R

E & A

Band 32, Heft 3 Mai 1951

MONWEALTH INST.
OMOLOGY LIBRARY
29 MAY 1951
IAL Ex. 270
ARATE

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON

K. ESCHERICH

Dr. med. et phil., Dr. Dr. h. c., o. ö. Professor em. an der Universität München

Mit 56 Abbildungen

VERLAG PAUL PAREY, BERLIN SW 68

Z. ang. Ent. Bd. 32 **Heft 3** *S. 317—488 Bln. 1951*

Inhalt

Originalaufsätze

Über Möglichkeiten, Grenzen und Gefahren des verstärkten Gebrauches der synthetischen Berührungsgifte im Pflanzenschutz. Von PAUL MÜNCHBERG 317

Zur Kenntnis der Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L. Von H. BLUNCK. Mit 7 Tabellen und 15 Abbildungen 335

Die ökologischen Beziehungen zwischen Arthropoden und Mollusken. Von HANS-PETER PLATE 406

Zur Biologie, Ökologie und Morphologie einer neuen Varietät der Kleinen Roten Waldameise *Formica minor pratensoides*. Von KARL GÖSSWALD. Mit 4 Abbildungen 433

Die Miniertätigkeit der Larven des Rapserdflohes *Psylliodes chrysocephala* L. Von DORA GODAN. Mit 19 Abbildungen 458

Untersuchungen über das Verhalten der Enchytraeiden gegenüber dem Zuckerrübennematoden *Heterodera Schachtii* (Schm.). Von BRUNO SCHAERFFENBERG und HANS TENDL. Mit 18 Abbildungen 476

Schriftleitung: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. K. ESCHERICH, München 19, Prinzenstr. 26. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Das Honorar beträgt je Bogen 32.— DM., mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheint 1 Band zu 4 Heften im Gesamtumfang von etwa 40 Bogen. Das Abonnement verpflichtet zum Bezug eines ganzen Bandes. Es verlängert sich jeweils, falls nicht spätestens unverzüglich nach Eingang der letzten Lieferung des berechneten Bandes Abbestellung erfolgt.

Sonderabdrucke: Von Originalaufsätzen werden auf Wunsch 20 Sonderabdrucke kostenlos zur Verfügung gestellt, von Doktorarbeiten 50. Mehrbedarf kann gegen Berechnung geliefert werden.

Abonnementspreis dieses Heftes 23,— DM. **Einzelpreis 24,— DM.**

Über Möglichkeiten, Grenzen und Gefahren des verstärkten Gebrauches der synthetischen Berührungsgifte im Pflanzenschutz

Von

Dr. Paul Münchberg, Dortmund-Körne

Bei der Bekämpfung der tierischen Schädlinge aus dem Stamm der Arthropoden, die an unseren Kulturen in Feld, Wald und Garten auftreten, kann heute auf die synthetischen Kontaktgifte nicht mehr verzichtet werden. Sie drücken bereits dem Pflanzenschutz der Gegenwart ihr Gepräge auf. Dies geht schon aus der Tatsache hervor, daß in dem letztjährigen Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis der BZA Braunschweig (1) bereits 43 Präparate als „amtlich geprüft und anerkannt" gemeldet werden, die synthetische Wirkstoffe enthalten, während die Anzahl der insekticiden Spritz-, Stäube- und Räuchermittel aus pflanzlichen Rohstoffen (Nikotin-, Pyrethrum-, Derris-, Quassia-Produkte nebst Kombinationen) sich auf 65 beläuft. Dabei muß man berücksichtigen, daß bei der tatsächlichen Vertilgung der schädlichen Kerfe die Pflanzenschutzmittel mit kontaktinsekticiden Wirkstoffen pflanzlicher Provenienz eine nur noch untergeordnete Rolle spielen und in dem genannten Verzeichnis der Vollständigkeit halber als geprüft und anerkannt aufgeführt werden. Die haushohe Überlegenheit der synthetischen Insekticide gegenüber den natürlichen würde erst offenbar werden, wenn die wirklich für Zwecke der Schädlingsbekämpfung verbrauchten Mittelmengen hier mitgeteilt werden könnten.

Unter den synthetischen Kontaktinsekticiden kommt eine dominierende Stellung dem Wirkstoff-Dreigestirn des Dichlordiphenyltrichlormethylmethans (DDT), des Hexachlorcyclohexans (HCCH) und der organischen Phosphorsäureester (E-Gruppe) zu. In den folgenden Ausführungen werden deshalb vor allem diese drei Wirkstoffgruppen hinsichtlich ihrer kontaktinsekticiden Eigenschaften bzw. ihrer Wirkungsbreite und -tiefe einem Vergleich unterworfen werden, wobei auch ihr Wirkungsmodus zu Worte kommen wird. Im Anschluß daran wird uns ihre toxische Natur gegenüber Mensch, Nutztier und Pflanze zu beschäftigen haben. Schließlich werden einige Gefahren aufgezeigt werden, die der verstärkte Gebrauch der neuzeitlichen Berührungsgifte nach sich ziehen wird. An dieser Stelle sei nachdrücklichst hervorgehoben, daß im Rahmen dieses Aufsatzes nicht weiter auf das 1,3,6,8-Tetranitrocarbazol, welches als Fraßgift

zur Vertilgung von Rebenschädlingen Verwendung findet, und das 4,6-Dinitro-o.-kresol bzw. 1-Methyl-2-oxy-3,5-dinitrobenzol, von welchem unter anderem schon seit Jahren als Kontaktgift in der forstlichen Schädlingsbekämpfung Gebrauch gemacht wird, nicht weiter eingegangen werden wird.

Von der DDT-Gruppe werden meines Wissens zur Zeit hauptsächlich das Dichlordiphenyltrichlormethylmethan und das dieses an Initial- und Kontaktinsekticidität noch übertreffende Difluordiphenyltrichlormethylmethan (DFDT) als Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln verarbeitet. Sie stellt man durch Kondensation von Monochlorbenzol (beim DFDT den entsprechenden Fluorbenzol) mit Chloral resp. Chloralhydrat (2,86 und 93) bei Gegenwart von konzentrierter Schwefelsäure und bei niedriger Temperatur her. Bei niedrigen Wärmegraden ist die Reaktionsgeschwindigkeit zwischen den Ausgangschemikalien nur gering, während bei höherer Temperatur eine Zersetzung des Kondensationsproduktes DDT vor sich geht. Durch Anwendung stärkerer konzentrierter Säure bei tiefer Temperatur und verdünnter H_2SO_4 bei höherem Wärmegrad lassen sich diese Defekte weitgehend ausgleichen. Das technische DDT (Fp. zwischen 80 bis 94° C) ist hauptsächlich ein Gemisch aus 75—80% p,p'- und 15% o,p-DDT. Außerdem enthält es noch p-Chlorphenyltrichloräthanol, p-Chlorphenyltetrachloräthan, p,p'-Dichlordiphenylsulfon und p-Dichlorbenzol. Durch insekticide Qualitäten zeichnet sich besonders das p,p'-DDT aus.

Das Hexachlorcylohexan kann man als das hexachlorierte Substitutionsprodukt des Cyclohexans (C_6H_{12}) auffassen, zu dem man durch Addition von Chlor an Benzol gelangt, worauf übrigens die andere Bezeichnung Benzolhexachlorid hinweist. Es wird jetzt in Abänderung des Verfahrens von MATTHEWS (3) durch Einleiten von Chlor in Benzol bei erhöhter Temperatur und in Gegenwart von Sonnen- bzw. Tageslicht oder bei ultravioletter Beleuchtung gewonnen. Bei ihm liegt ebenfalls ein Isomerengemisch vor. Von den theoretisch denkbaren neun stereoisomeren Formen (2,91) des HCCH sind schon sieben (4,2), wenn wir die Spiegelbildisomere der α-Form dazurechnen, bekannt. Von ihnen ist die γ-Komponente der Träger der insekticiden Eigenschaften. Der Gammexangehalt des technischen Produktes wird mit etwa 12 % beziffert, während die auf die anderen Isomeren entfallenden Anteile mit $\alpha = 55$ %, $\beta = 14$ %, $\delta = 8$ % und $\varepsilon = 3$—4 % angegeben werden. Die Industrie des Aus- und Inlandes ist bestrebt, das Gleichgewicht des Reaktionsvorganges katalytisch in der Anreicherung an der γ-Komponente zu verschieben.

Eine „neue" Gruppe von Insekticiden ist von MÄSSING (5, 96) entwickelt worden, der bei der Chlorierung statt des Benzols von dessen Homologen Toluol und Xylol ausgeht. Je nach den Versuchsbedingungen läßt sich der Halogenierungsvorgang so leiten, daß Substitutionen des Cl in der Methylgruppe (beim Xylol 2) oder im Benzolkern oder gar beiden eintreten. Es lassen sich sogar bei den Benzolhomologen gleichzeitig mit dem Chlor Additionen und Substitutionen bewirken. Nach BEILSTEIN (6, 31) gelangt man z. B. bei der Behandlung von Toluol mit überschüssigem

Chlor zu dem Oktachlor-aethyl-cyclohexan ($C_7H_6Cl_8$), während sich bei der Chlorierung von o-Xylol im Sonnenlicht o-Xylolhexachlorid ($C_8H_{10}Cl_6$) gewinnen läßt. Von MÄSSING sind bei seinen Arbeiten eine Reihe von Toluol- und Xylol-Derivaten gefunden worden, die sich z. B. gegenüber dem HCCH durch eine erheblichere Atemgiftwirkung und auch eine recht beachtliche Kontaktwirkung auszeichnen. Dabei zeigte sich, daß bei substitutiv gelenkter Chlorierung im wesentlichen Verbindungen mit hoher Atemgift- und geringerer Kontaktwirkung resultieren, während bei der Chloraddition gut kontaktinsekticid wirkende Körper anfielen. Die Vorzüge beider Chlorierungsarten ließen sich bei gleichzeitig substitutiv und additiv gerichteter Cl-Einfügung kombinieren. Leider ist bis zu diesem Augenblick nichts Näheres über die chemische Konstitution des C-B-Ho-Wirkstoffes dem Schrifttum zu entnehmen. Zur Zeit ist von dem Deutschen Pflanzenschutzdienst auf dieser Basis ein Präparat (1, 9) anerkannt.

Zur E-Gruppe gehören einmal das Hexaaethyltetraphosphat (der insekticide Bestandteil des Blattlausmittels Bladan), dessen wirksame Komponente nach RIEMSCHNEIDER (7, 509) Tetraaethylpyrophosphat ist, und das p-Nitrophenyldiaethylmonothiophosphat, welches in den verschiedensten Ausführungen der Präparate E 605 (Bayer) und Pox (Borchers) enthalten ist. Bis zu diesem Augenblick ist noch nichts der Fachpresse über die Art des Wirkstoffes von E 838 zu entnehmen, welches hauptsächlich zur Kartoffelkäferbekämpfung von den Farbenfabriken Bayer entwickelt worden ist [1]).

Außer diesen Kontaktinsekticiden macht der Pflanzenschutz des Auslandes noch von zwei anderen insekticiden Halogenkohlenwasserstoffen fleißig Gebrauch, die an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben sollen. Es handelt sich um die als „Chlordan(e)" und „Vesicol" bezeichneten Verbindungen. Eine Standardarbeit über beide Körper gibt es, wie mir auch Dr. RIEMSCHNEIDER, Berlin, bestätigt, zur Zeit nicht. Chlordan(e) steht konstitutionell dem von RIEMSCHNEIDER 1945 entwickelten „M 410" (8, 115) nahe. M 410 ist nach diesem Forscher ein Oktachlorderivat des Endomethylen-tetrahydrohydrinden. Hinsichtlich des Vesicols finden sich bei MÄSSING (5, 96) zwei Formelbilder, nach denen ihm die Summenformel $C_{10}H_6Cl_8$ zukommen würde. Diesselbe trifft übrigens auch auf den Wirkstoff „M 410" zu. Stimmen demnach „Chlordan(e)" und „Vesicol" summenmäßig überein, so handelt es sich doch bei beiden insekticiden Körpern um verschiedene Verbindungen, die nur insofern übereinstimmen, daß die Ausgangssubstanzen bei ihrer Darstellung irgendwelche zyklischen Kohlenwasserstoffe verkörpern. Da Erfahrungen über diese neuartigen Insekticide bei uns in Deutschland noch nicht vorliegen, wohl aber schon vom Ausland (9), so werden sie trotz der letzteren in diesen Ausführungen unberücksichtigt bleiben.

[1]) Der Wirkstoff vom Potasan ist der Thiophosphorsäureester des 4-Methyl-7-oxycumarins (vgl. G. SCHRAEER, Organische Phosphorverbindungen als neuartige Insekticide. Angew. Chem. **62**, 471—473, 1950).

Bezüglich des Vergleiches der Pflanzenschutzmittel auf DDT-, HCCH- und E-Basis ist von mir anderen Orts (10, 116) die zwischen der Kontakt- und Dauerwirkung des HCCH einerseits und der des DDT und der E-Gruppe andererseits bestehendene Relation mit den Worten ausgedrückt worden, daß die Insekticidität vom DDT über HCCH zum E-Stoff zunimmt, während sich bei der Dauerwirkung eine umgekehrte Reihenfolge ergibt. Der Vollständigkeit halber sei gleich vorweggenommen, daß hinsichtlich der Tiefenwirkung gegenüber den im Pflanzengewebe minierenden Insektenlarven und der Toxizität gegenüber Warmblütern vom DDT über HCCH zum E-Wirkstoff eine deutliche Steigerung zu konstatieren ist, wobei allerdings die Giftigkeit von der HCCH- zur E-Gruppe rapide zunimmt. Auffallenderweise finden sich nicht selten in der Literatur bei den gleichen Schädlingen widersprechende Angaben. Deshalb ist bereits von RIEMSCHNEIDER (4, 1) die Forderung erhoben worden, bei den biologisch erprobten Stoffen der Halogenkohlenwasserstoffklasse DDT, HCCH, bei denen bekanntlich kein einheitlicher Körper, sondern als Wirksubstanz ein Isomerengemisch heterogen-insekticider Natur vorliegt, dasselbe physikalisch näher zu charakterisieren; denn nur so läßt sich ein Vergleich der Ergebnisse verschiedener Autoren ermöglichen. Andererseits muß wegen der großen individuellen Resistenzschwankungen jeweilig die Testung immer an einem möglichst umfangreichen Material vorgenommen werden. Es verwundert daher nicht weiter, daß vielfach die Feststellungen des Auslandes nicht mit unseren Ergebnissen konform gehen. So hat sich nach BERAN (11, 9) DDT in den USA. als wirksam gegen *Cydia pomonella* L., *Grapholitha funebrana* Tr., *Ceratites capitata* Wied., *Psylla mali* Schmidb., *Clysia ambiguella* Hb., *Polychrosis botrana* Schiff., gegen Milben, Schild- und Blattläuse erwiesen, während es nach unseren Befunden bei den zuletzt genannten drei Schädlingsgruppen, dann bei *Laspeyresia funebrana* (syn. mit *Grapholitha funebrana*) als unzureichend angesehen werden muß. Übrigens stellte sich bereits bei BERAN das DDT als ungeeignet zur Bekämpfung von *Quadraspidiotus perniciosus* (Comst.) heraus. Die Wirkung von DDT auf Wanzen, Schaben und Spinnen ist nach MÜHLENS (12, 7) nicht eindeutig. Gegen die Ölfruchtschädlinge *Ceutorrhynchus napi* Gill. und *quadridans* Panz. versagen die DDT-Mittel völlig (13 a—c; 14 a—b). Gegen dieselben befriedigen DDT-Mittel selbst bei empfindlicher Erhöhung des Wirkstoffgehaltes nicht. Von den mit DDT getroffenen Maikäfern erholt sich nach CLAUSEN und GÜNTHART (15) sowie nach THIEM 16 a—b) immer ein Teil und fliegt davon. Nach STEINER (17, 85) genügt DDT auch nicht bei der Imago von *Leptinotarsa decemlineata* Say., bei Blatt- und Blutläusen, Spinnmilben, gegen blattminierende Dipterenlarven (*Pegomyia hyoscyami* Panz.), während es in seiner Wirkung auf *Hyponomeuta malinella* Zell., manche Thendredinidenlarven und *Trialeurodes vaporariorum* Westw. zweifelhaft ist. Im Weinbau übertrifft es zwar bei *Sparganothis pilleriana* Hb., *Clysia ambiguella* Hb. und *Polychrosis botrana* Schiff. ganz erheblich die Kontaktwirkung des im Nirosan enthaltenen 1,3,6,8-Tetranitro-

carbazols. DDT zur Vernichtung der Engerlinge selbst in größeren Mengen in den Boden gebracht, bewirkt nach GÜNTHART (18) nur eine Abtötung der jüngeren Stadien, während bei den größeren Formen in den ersten Wochen sich nur sichtbare Lähmungserscheinungen und ein Einstellen der Freßtätigkeit zeigen. Nach $3^1/_2$ Monaten waren aber hinsichtlich Besiedlungsdichte mit Engerlingen die behandelten Baumscheiben von den unbehandelten Kontrollflächen nicht mehr zu unterscheiden. Unbefriedigend wirkt DDT nach STAPEL und PETERSEN (11, 9) bei den Afterraupen von *Athalia colibri* Christ und nach GÜNTHART (19) auf *Ips typographus* L. Larven mit wenig differenziertem Nervensystem (*Drosophila sp.*) werden nach MÜHLENS kaum geschädigt, während nach BOTT (20, 95) Insekten mit Wachsausscheidungen (z. B. die Ulmenlaus *Schizoneura lanuginosa*) und solche mit wenigen Poren im Chitinpanzer (*Curculionidae, Dermestidae*) relativ lange selbst DFDT-Emulsionen widerstehen. Unempfindlich gegen DDT ist auch die Rote Spinne *Paratetranychus pilosus* Can. et Franz. (21). Die Mitteilung bei RIEMSCHNEIDER (2, 87), daß sich Syrphiden selbst nach wiederholten DDT-Gaben völlig erholten, bedarf sicher der Nachprüfung, da generell Dipterenlarven gegen das genannte Kontaktgift am empfindlichsten sind (22).

Fast alle Pflanzenschädlinge, gegen die DDT versagt oder nicht befriedigt, lassen sich erfolgreich mit HCCH bekämpfen. Wenn nach STEINER (17, 35) sich mit Hexamitteln bei Spinnmilben, Blatt- und Blutläusen nicht immer zufriedenstellende Ergebnisse erzielen lassen, wenn ihre Wirkung vielfach auf die Raupen der Gespinstmotte, bestimmte Blattwespenlarven (z. B. *Athalia colibri* Christ) und *Trialeurodes vaporariorum* Westw. ungenügend ist, so liegt dies sicher zum großen Teil in der heterogenen Beschaffenheit der Wirksubstanz begründet. Sorgfältige von FREY (23, 130) im Laboratorium durchgeführte Bekämpfungsversuche der Larven der Kohlrübenblattwespe mit hexachlorcyclohexanhaltigen Mitteln ergaben aber, daß sich tatsächlich nur bei hohen Aufwandmengen (50 kg je ha) mit letzteren brauchbare Abtötungserfolge erzielen lassen. Da die Anwendung solcher Quantitäten im Freien völlig unwirtschaftlich ist, darf wohl als feststehend betrachtet werden, daß für die Vertilgung der Afterraupen von *Athalia colibri* Christ selbst die HCCH-Mittel unzureichend sind. Daß aber z. B. die Verhältnisse schon bei der Blattwespe *Pteronus ribesii* Scop. anders liegen, konnte von FREY ebenfalls experimentell belegt werden. Völlig unwirksam scheinen die Hexapräparate gegen die Jan José-Schildlaus zu sein (24, 22). Die von CLAUSEN und GÜNTHART (15) an der Buchenspinnmilbe gemachten Wahrnehmungen sprechen dafür, daß tatsächlich die Wirkung des Hexachlorcyclohexans gegen Spinnmilben unzureichend ist. Dem HCCH werden im Gegensatz zum DDT auch ovicide Fähigkeiten nachgerühmt. So werden Eier und Larven der *Ceutorrhynchus sp.* im Innern des Pflanzengewebes nach GÜNTHART (18, 9) abgetötet. Auch LAAKE und BRUCE (25) halten das HCCH für ein viel versprechendes Ovicid. STEINER indes konnte bei

Kartoffelkäfer- und Kohlweißlingseiern keine endgültige Beurteilung dieser Frage erreichen.

Alle mit DDT und darüber hinaus mit HCCH erfaßbaren Schadinsekten werden auch von den E-Mitteln vernichtend getroffen. Das p-Nitrophenyldiaethylmonothiophosphat eignet sich selbst in stärksten Verdünnungen (0,01—0,03 %) zur Vertilgung von Blatt-, Blut-, Schild- und Mottenschildläusen. Bei der Bekämpfung der Afterraupen von *Athalia colibri* Christ und *Pteronus ribesii* Scop. ist nach FREY (23, 134) E 605 das bestwirksamste Mittel, was auch von LAIBACH (26, 22) bestätigt wird. Selbst gegen *Quadraspidiotus perniciosus* (Comst.) lassen sich bei geringer Konzentrationserhöhung (0,05 %) und einer 2—3maligen Wiederholung der Bekämpfung zu biologisch richtigen Zeitpunkten nach MARR (24, 24) beste Erfolge erreichen. Dem Wirkstoff von E 605 ist zwar gegenüber dem HCCH und selbst dem DDT eine geringere, wenn auch noch deutliche Residualwirkung, dafür aber infolge seiner schnellen Diffusion ins Pflanzengewebe, die andererseits mit der schwächeren exophytischen Rückstandswirkung in Zusammenhang steht, eine beachtliche Tiefenwirkung eigen, so daß bereits über die innentherapeutische Verwendung des Mittels diskutiert worden ist. Blattminierende Dipterenlarven (*Phytomyza lappina* Gour., *Pegomyia nigritarsis* Zett.) lassen sich nach LÜDECKE (27, 26; 28, 59) in ihren Blattminen durch bloße Bepinselung derselben von außen mühelos abtöten. In gleicher Weise werden die in den Blattrollen oder auf den Blattunterseiten saugenden Schädlinge vernichtend getroffen, wenn erstere oder die Blattspreiten von oben mit den üblichen Konzentrationen bespritzt werden. Mit dem p-Nitrophenyldiaethylmonothiophosphat ist von Deutschen ein Chemikal entwickelt worden, welches sich praktisch durch eine universelle Wirksamkeit gegen die wichtigsten fressenden und saugenden Großschädlinge auszeichnet. Es ist bereits angedeutet worden, daß die gegenüber dem HCCH und DDT schwächere Residualwirkung des E 605-Wirkstoffes ihre Erklärung dadurch findet, daß derselbe verhältnismäßig schnell ins pflanzliche Gewebe diffundiert bzw. „versackt" (29,6), wodurch aber andererseits nach UNTERSTENHÖFER die einzigartige Tiefenwirkung des E 605 veranlaßt wird. Erst die E-Mittel im Verein mit den Hexapräparaten brachten nach THIEM (16 a—b) wirkliche Erleichterungen bei der Vernichtung von Großschädlingen (z. B. Maikäfer, Engerlinge), wobei sich ihre Überlegenheit gegenüber den DDT-Mitteln ganz offensichtlich herausstellte. Letzteres wird auch von DOSSE (13 a—c), HOLZ (30) und UNTERSTENHÖFER (29) beim Rapsglanzkäfer, Kohltrieb- und Kohlschotenrüßler bestätigt. Gegen die beiden zuletzt genannten Curculioniden versagte nach den genannten Autoren das DDT (Gesarol) völlig, während in Freilandversuchen die Hexamittel dem E 605 in ihrer Wirkung annähernd gleichwertig waren, in Laborprüfungen jedoch letzteres Mittel mit 0,25 % am besten abschnitt. Bei beiden Wirkstoff-Gruppen klang die Dauerwirkung nach 5 Tagen ab. Die Hexamittel wirkten aber deutlich langsamer bzw. der Absterbeprozeß bei E 605 verlief halb mal so schnell.

Bei der Gegenüberstellung der DDT- und HCCH-Mittel wurde weiter oben bereits hervorgehoben, daß auf Grund der Untersuchungen der Schweizer (18) erstere für die Bekämpfung der Engerlinge völlig ausscheiden und eine besondere Bedeutung bei der Vernichtung der im Erdreich ihr Zerstörungswerk ausübenden Kerfe den Hexa-Mitteln zukomme. Nach MAERCKS (31, 127) scheiden aber die Hexapräparate auf landwirtschaftlich genutzten Flächen bis zur Lösung der Preisfrage für diese Zwecke aus. „Solange die Behandlung eines Hektars über 100,00 DM kostet, stehen sie für den Landwirt außer jeder Diskussion." Bei seinen Versuchen der Saatgutbehandlung mit den neuen kontaktinsekticiden Substanzen zeigte sich, daß die Hexamittel für einen wirksamen Schutz desselben nicht ausreichen. Der primäre Fraß an dem behandelten Korn ließ zwar nach, blieb aber dafür am Trieb bestehen. Während bei einer Saatgutbehandlung mittels eines HCCH-Präparates mit 10—15 % Gammexangehalt und einer Dosierung von 0,5 g auf 100 g Getreide nur eine Fraßabschreckung erreicht werden konnte, konnte mit einem 20 %ø Wirkstoff enthaltenden E-Mittel bei einer Dosierung von 0,25/100 eine gute Fraßverhinderung erzielt werden. Die Wirkungspersistenz in Freilandversuchen war aber bei den Esterpräparaten geringer als bei den Hexa-Mitteln. Letztere dürften deshalb bei den Drahtwurm-Bekämpfungen im Freiland geeigneter sein. Der Wirkstoff von E 605 zeichnet sich auch durch vorzügliche ovicide Fähigkeiten aus. HOLZ (32, 138) konnte dies an Eimaterial vom Seidenspinner, Apfelblattsauger, Frostspanner, von Blattläusen und der Roten Spinne experimentell erhärten, während Stabheuschrecken-Eier durch E 605-f kaum beeinträchtigt wurden. Allerdings fand auch im letzteren Falle ein großer Teil der ausschlüpfenden Larven infolge Residualwirkung des an den Eihüllen haftenden Giftes nachträglich den Tod. Wegen der hervorragenden kontaktinsekticiden Qualitäten des p-Nitrophenyldiaethylmonothiophosphats sind auch in der Praxis weit weniger Klagen über eine eventuell ungleichmäßige Wirkung von E 605 laut geworden. Letztere bei den DDT- und auch noch HCCH-Mitteln hat unlängst ZEUMER (33, 108) als einen großen Nachteil bei diesen Pflanzenschutzmitteln bezeichnet. Obwohl die physiologische Wirksamkeit der reinen Wirkstoffe (DDT, HCCH) genau bekannt und konstant ist, weisen die von ihnen hergestellten Fertigpräparate erhebliche Wirkungsunterschiede auf, die ihre Anerkennung nach Normen erschwert bzw. noch verhindert. In der Fachpresse finden sich aber auch schon vereinzelte Notizen darüber, daß E 605 bei der Vernichtung von Pflanzenschädlingen unwirksam geblieben ist. So versagte nach HÄRLE (34, 113) p-Nitrophenyldiaethylmonothiophosphat (Folidol) 1949 überraschenderweise bei der Bekämpfung der Kohlfliegen-Maden. Nach dem gleichen Gewährsmann traten in dem Berichtsjahr in ungepflegten Obstanlagen im ganzen Gebiet stark die Raupen von Goldafter, Ringelspinner und Frostspanner auf, in Württemberg sogar in einem seit Jahren nicht beobachteten Ausmaße. Bei der Vernichtung dieser Schädlinge versagte merkwürdigerweise völlig E 605. Aus diesen Feststellungen kann aber nicht gefolgert werden, daß

gegenüber dem genannten Mittel ohne weiteres eine Schädlingsresistenz vorliegt. Zu dem Versagen können auch andere Faktoren beigetragen haben. Die ungenügende Wirksamkeit des E 605 gegen die Larven von *Chortophila brassicae* Bche. kann z. B. ihre Erklärung durch die starke Adsorption des Wirkstoffes durch Bodenkolloide finden. Als unzureichend hat sich aber E 605 gegenüber dem Kartoffelkäfer herausgestellt, so daß von den Farbenfabriken Bayer das Mittel E 838 entwickelt werden mußte. Völlige Resistenz resp. Immunität gegen p-Nithrophenyldiaethylmonothiophosphat wird aber von HOLZ (32) von einer Art Rote Spinne mitgeteilt. Diese Spezies wird von ihm (l. c., 137) als verhältnismäßig groß, oval und ganz kurz behaart beschrieben. Leider ist von ihm versäumt worden, die artliche Zugehörigkeit dieses Schädlings von einem Spezialisten ermitteln zu lassen. Die Tetranychiden scheinen überhaupt gegen die neuzeitlichen Berührungsgifte die resistentesten Formen zu stellen. Auf die Widerstandsfähigkeit bestimmter Schadkerfe gegen die kontaktinsekticiden Verbindungen wird weiter unten noch einmal zurückgekommen werden, wenn die eventuellen Gefahren aufgezeigt werden, die die Anwendung dieser Gifte mit sich bringt.

Daß aber durch die Einführung der synthetischen Berührungsgifte, die z. B. gegenüber dem aus pflanzlichen Drogen gewonnenen Rotenon und Pyrethrin eine relativ große Licht- und Witterungsbeständigkeit aufweisen und diese auch empfindlich in kontaktinsekticider Hinsicht übertreffen, in dem Pflanzenschutz der Gegenwart sich umwälzende Neuerungen anzubahnen beginnen, läßt sich schon allein im Obstbau belegen. In demselben galten bisher unter anderem *Anthonomus pomorum* L., *Tmetocera ocellana* Fb., *Argyroploce variegana* Hb., *Argyresthia conjugella* Zell., *Hoplocampa testudinea* Klb., dann die Larven von *Cydia pomonella* L. und *Laspeyresia funebrana* Fr. als die Schädlinge, denen auf Grund ökologischer Merkwürdigkeiten schwer mit chemischen Mitteln beizukommen war. Es sieht so aus, als wenn sich hier mit den synthetischen Wirkstoffen auf Grund deren Residualwirkung, oviciden Natur und Beständigkeit gegenüber atmosphäriler Einflüsse, die besseren insekticiden Eigenschaften nicht zu vergessen, weit bessere Erfolge erzielen lassen. Als das Rückgrat der Schädlingsbekämpfung im Obstbau galt nach UNTERSTENHÖFER (35, 24) bisher die Winterspritzung, mit der man neben dem pflanzlichen Aufwuchs die überwinternden Eier, Larven, Puppen und Vollkerfe der Schädlinge zu treffen versuchte. Die wenige Zeilen weiter oben genannten Schadinsekten werden aber kaum mit der Winterspritzung der Obstgehölze erfaßt. Also waren stets ergänzende Vegetationsspritzungen erforderlich, deren Hauptziel indes aber die Ausmerzung pilzlicher Parasiten war. Wenn nun die Spritzungen in der Vegetationsperiode nebst den fungiciden Mitteln gleichzeitig mit den kontaktinsekticiden Stoffen — sie können bedenkenlos miteinander gemischt werden — ausgeführt werden, so lassen sich selbst durchschlagende Erfolge bei den Schädlingen erreichen, denen bisher mit chemischen Mitteln schwer beizukommen war, wie FISCHER (36, 32) beim Pflaumenwickler und HANF (37, 73) beim Apfel-

blütenstecher unlängst gezeigt haben. Offenbar kommt bei den Vor- und Nachblütenspritzungen auf Grund der oviciden Wirksamkeit, der Residual- und Tiefenwirkung eine ganz besondere Bedeutung dem E 605 im Obstbau zu. Nach den Feststellungen von LIEBSTER (38, 80) scheint sogar die Winterbehandlung der Obstgehölze mit den Teerölpräparaten ihre Daseinsberechtigung zu verlieren, wenn die Vor- und Nachblütenspritzungen mit fungiciden Stoffen mit E 605 kombiniert werden. Da von mir (39) zu den Winterspritzungen und den eventuellen Vereinfachungen des jahreszeitlichen Spritzplanes, die der Gebrauch der neuzeitlichen Berührungsgifte gestattet, an anderer Stelle bereits Stellung genommen worden ist, kann auf ein weiteres Eingehen in diesen Ausführungen verzichtet werden.

Die Anwendung der Pflanzenschutzmittel mit den neuen insekticiden Stoffen ist oft mit einer starken Gefährdung der Bienen verbunden. Da sich schon früher der Gebrauch der Arsenpräparate zu einer großen Gefahr für *Apis mellifica* L. auswuchs, war deren Anwendung in offenen Blüten polizeilich verboten worden. Diese Regelung blieb aber trotz aufklärender Arbeit durch Imker und Pflanzenschutzleute unvollkommen, weshalb von beiden Seiten die Forderung nach Entwicklung für Immen unschädlicher Wirksubstanzen erhoben worden ist. Wie liegen nun die Verhältnisse bei den neuartigen Berührungsgiften? Es ist naheliegend, daß hier das meiste Beobachtungsmaterial über den Einfluß des DDT auf die Honigbiene vorliegt. Während HÄFLIGER (zit. in 40, 129) festgestellt haben will, daß die insekticide Natur der in den Pflanzenschutzmitteln vorliegenden DDT-Konzentration mit steigender Temperatur nachläßt, konnte dies von KAESER (40, 131) nicht bestätigt werden. Seine Untersuchungen haben es aber wahrscheinlich gemacht, daß die Resistenz gegenüber DDT-Mitteln steigt, sobald die Biene die Möglichkeit hat, immer wieder in ihr Temperaturoptimum (35 ° C) zurückzukehren. In der Praxis sollen im allgemeinen blühende Rapsfelder und in Blüte stehende Obstbäume mit den neuzeitlichen Berührungsgiften nicht behandelt werden. Diese sind nämlich nach EVENIUS (41, 37) zwar unterschiedlich, aber voll wirksam. Entgegen THIEM, der das Gesarol für die Bienen für unschädlich erachtet, da sie mit ihm in den ihnen als An- und Abflugbrett dienenden Blüten so gut wie nicht in Berührung kommen, sich unterschwellige Reize auch nicht summieren, stellte EVENIUS das Gegenteil fest. Bei einem DDT-Gehalt von 0,005 % in einer Ölsäureemulsion wurde noch eine deutliche Schädigung festgetellt. Die Hexamittel haben die den Bienen drohenden Gefahren noch gesteigert. So berichtet GEINITZ (41, 38) von schweren Bienenverlusten in Nordbaden und -württemberg nach Bestäubungen mit HCCH. Auch THIEM bestätigt, daß die Anwendung von Hexamitteln während des Bienenfluges katastrophale Folgen zeitigt. Nach EVENIUS müssen bei der Bekämpfung der Pflanzenschädlinge mit den modernen Kontaktgiften weitgehendst die Gefahren für die Bienen eliminiert werden. Wir können uns im Hinblick auf die große Wichtigkeit der Bienen als Blütenbestäuber keine Dezimierung dieser Hautflügler gestatten. Nach EVENIUS (42) sind die durch Kontaktgifte hervorgerufenen Bienenverluste noch immer in steigender

Tendenz begriffen. Nach ihm ist bereits ein chemischer Nachweis ausgearbeitet, der Feststellungen über Zurückgehen der Toxikation durch DDT, HCCH, CBHo oder E 605 gestattet. Gegenüber dem DDT werden bei E 605, HCCH und CBHo starke Schäden verzeichnet. Eine Berührungszeit von 20 Sekunden führt unweigerlich zum Tode. Nach EVENIUS gehen die Schäden immer darauf zurück, daß die Mittel in offene Blüten und zur Zeit des Hauptfluges zur Anwendung kommen. Ob sich bereits die von RIEMSCHNEIDER und MÜLLER erhobene Forderung, den Bekämpfungsmitteln gleichzeitig abschreckende Stoffe beizufügen, die mit dem Gift ihre Wirksamkeit verlieren, wird verwirklichen lassen, bleibt abzuwarten. Bis dahin bleiben das unbedingte Verbot der Mittelanwendung bei offenen Blüten oder, wenn diese unvermeidbar ist, die Ausführung der Bekämpfungsarbeiten in den Abendstunden der einzige Ausweg. Von der Bayer-Pflanzenschutzabteilung (26, 22) ist in Vorschlag gebracht worden, in jedem Falle die Imker von den Bekämpfungsarbeiten in Kenntnis zu setzen, damit sie die Bienen durch Sperrschieber 24 Stunden am Ausflug hindern; denn die Erfahrung mit Estermitteln haben gezeigt, daß schon nach 24 Stunden keine ernste Gefährdung für Bienen besteht. Bei den HCCH- und CBHo-Mitteln vermögen aber die Verhältnisse andere sein.

Über den Modus der Wirkungsweise der neuen Kontaktinsekticide sind verschiedene Ansichten geäußert worden. Offenbar bestehen zwischen chemischer Konstitution und insekticider Wirksamkeit irgendwelche Relationen. Nach den Schweizern LÄUGER, MARTIN und MÜLLER (43) (vgl. auch P. MÜLLER, Helv. chim. acta 29, 1560 [1946]) werden die insekticiden Qualitäten der neurotrop wirkenden Kontaktgifte dadurch bedingt, daß sich in ihren Molekeln eine toxische mit einer lipoidlöslichen Komponente verbindet. Nach ihnen verkörpern im DDT die zwei über ein C-Atom liierten Chlorbenzolmolekeln die toxische Gruppe, mit der als lipophiles Element das Inhalationsnarkotikum des Chloroforms verbunden ist. MÄSSING (5, 94) mißt in den insekticiden Verbindungen Methylgruppen, die substitutiert sein können, eine besondere Bedeutung bei, welche Ansicht aber keineswegs schon als bewiesen angesehen werden kann. Nach BERAN (11, 6), RIEMSCHNEIDER (2, 78, 88) und STEINER (17, 34) durchdringen die neuen Berührungsgifte auf Grund ihrer Lipoidlöslichkeit — diese darf überhaupt als das wirkungsauslösende Moment angesehen werden — die wachs- und fetthaltige Chitincuticula resp. Epicuticula und werden über die endoneuralen Lymphbahnen, gelöst in Lipoiden, im Körper transportiert. Dadurch kommt es zu einer Störung der Koordination, die über Krämpfen und Lähmungen schließlich zum Tode führt. Den Hinweis hier nicht näher genannter Forscher, die Giftwirkung des DDT durch die Abspaltung von HCl in der aliphatischen Komponente zu erklären, entkräftigt RIEMSCHNEIDER (2, 89) schon durch den Hinweis, daß z. B. bei der Fliege 1 billionstel g DDT-Wirkstoff (? Vf.) zu ihrer Vernichtung ausreicht, die aber darin abspaltbare winzige Menge HCl-Gas wohl noch nicht toxisch wirken könne. Bereits bei MÜLLER ergab sich keine Parallelität zwischen der insekticiden Wirksamkeit und der HCl-Abgabe. Mit derselben Argumentation

läßt sich auch die Hypothese von Martin und Wain entkräften, nach der es beim HCCH durch enzymatische Einflüsse zu einer interzellulären Abspaltung von Salzsäure kommt, die dann vergiftend wirkt. Die Verhältnisse beim HCCH scheinen im Vergleich zum DDT doch anders zu liegen. Buston, Jacobs und Goldstein (W. Buston, S. E. Jacobs und A. Goldstein, Nature 158, 22 [1946]) haben meines Wissens als erste auf die strukturelle Ähnlichkeit zwischen HCCH und dem Inosit (= Hexaoxycyclohexan $C_6H_6[OH]_6$), einer von Insekten und anderen niederen Lebwesen benötigten zuckerähnlichen Flüssigkeit, hingewiesen. Das Gammexan wäre darnach als der Antagonist des Iso-Inosits anzusehen, an dessen Stelle es vikariierend im Körper tritt, wodurch in demselben vitale Zellreaktionen eine Unterbrechung erfahren, die unweigerlich zum Tode führen. Der Wirkungsmechanismus des HCCH würde demnach seine Erklärung durch die Verdrängungsreaktion finden, wie man sich übrigens in der Chemotherapie die baktericide Wirksamkeit der Sulfonamide durch deren Ähnlichkeit mit der vitaminotisch wirksamen p-Aminobenzoesäure (= Wachstumsvitamin H') verständlich zu machen versucht. In neuerer Zeit wird dieser Auffassung widersprochen. Umwandlungen in der Raumstruktur des HCCH sollen mit dessen insekticiden Fähigkeiten zusammenhängen.

Für die Aufnahme des Giftes in den Arthropodenkörper hat man verschiedene Sinnesorgane verantwortlich gemacht. Nach Emmel (Ztschr. f. hyg. Zool. 43, 119) soll das DDT an den Tarsen mittels des Ärolium in das Körperinnere dringen und durch Schädigung des Nervensystems den Tod vranlassen. Dabei kommt der reinstofflichen Natur des Giftes eine besondere Bedeutung zu. Velbiger (44, 268) sieht die Leydigschen Kegel als die Chemorezeptoren des Nervensystems an, über die das Gift auf Grund seiner lipoidlöslichen Natur einwirkt und den Tod herbeiführt. Bei Reichmuth (45, 41) führten die an Läusen und Wanzen ausgeführten Großversuche zu der Feststellung, daß die „Lipoidlöslichkeitstheorie der Insekticide und die Anschauung von der Permeabilität des Chitinskeletts der Insekten allein nicht ausreichen, um die mit DDT gegebenen toxischen Energien im vollen Maße zu klären". Er konnte an den Füßen von Läusen, Schaben und Wanzen nervöse Organe klarlegen, die er zu Ehren ihres Entdeckers Brühl (1871) als die Brühlschen Sinnesglocken bezeichnet hat. Nach Bott (20, 95) entfaltet das Gift — er experimentierte mit dem Präparat Gix — vor allem seine Wirksamkeit durch die Chitinporen.

Hinsichtlich der neuartigen Berührungsgifte auf die höhere Tierwelt und den Menschen kann es als erwiesen gelten, daß wir mit den DDT-, HCCH- und CBHo-Mitteln auf dem Wege der Entwicklung weniger giftiger Pflanzenschutzmittel ein gut Stück vorangekommen sind. Die Bezeichnung „ungiftig" trifft aber selbst für die zyklischen Halogenkohlenwasserstoffe nicht zu. Die Dosis letalis liegt jedoch bei ihnen wesentlich höher als bei den anorganischen Insekticiden und beim Nikotin, so daß bei den von ihnen gewonnenen Präparaten mit einem Wirkstoffgehalt von 3—6 % bei normaler Verwendung keine Vergiftungsgefahr für Mensch, Haustier und Wild besteht. Können also die DDT-, CBHo- und HCCH-

Produkte bei den zur Vertilgung von Pflanzenschädlingen angewandten Konzentrationen praktisch als ungefährlich für alle Warmblüter angesprochen werden, so liegen die Verhältnisse bei den Estermitteln anders. RIEMSCHNEIDER (4) konnte bei seiner an Ratten vorgenommenen toxikologischen Prüfung der kontaktinsecticiden Stoffe zeigen, daß sich bei peroraler Applikation das p-Nitrophenyldiaethylmonothiophosphat zwar allen Vergleichsstoffen sowohl an Initialtoxizität als auch durch seine Giftwirkung überlegen war. Mit den Worten RIEMSCHNEIDERS „E 605 vermag also trotz seiner ausgezeichneten kontaktinsekticiden Eigenschaften nicht in jeder Beziehung mit den Kontaktinsekticiden der Halogenkohlenwasserstoffklasse (DDT, HCCH) zu konkurrieren" kommen hinreichend die Gefahren, die mit einem unvorschriftsmäßigen Gebrauch der E-Mittel verbunden sind, zum Ausdruck. Über die gesundheitlichen Gefahren, die für den Schädlingsbekämpfer mit dem Umgang des Mittels E 605 eventuell verbunden sind, ist ausführlich an anderer Stelle berichtet worden (46, 191). Im allgemeinen werden sich dieselben bei Beachtung der von den Herstellwerken gegebenen präzisen Gebrauchsvorschriften auf ein Minimum herabdrücken lassen. Was dagegen das mit den Estermitteln behandelte Pflanzenmaterial bzw. Erntegut betrifft, so sind die von FROHBERGER (47, 155) gemachten Mitteilungen sehr aufschlußreich. Durch sie wird wesentlich die mit E-Präparaten zusammenhängende Gefahr herabgemindert. Von HOLZ (48) ist bereits darauf aufmerksam gemacht worden, daß der in die behandelte Gewächse (Obst, Gemüse, Gras, Futterpflanzen) gelangte Wirkstoff E 605 sich schon nach einer Woche so verflüchtigt hat, daß sie dann ohne Bedenken der menschlichen (tierischen) Ernährung dienen können. Nach FROHBERGER (l. c.) läßt sich qualitativ und quantitativ mittels Fliegentest in dem behandelten Pflanzenmaterial bei einer „Testdauer von 24 Stunden bis zu 10^{-6} g E 605 auf etwa 80 cm^2 Fläche verteilt" nachweisen. Auf Grund seiner Wasserlöslichkeit und großen Oberflächenaktivität diffundiert der Wirkstoff von E 605 über die Decklipoide in das Blattgewebe, wo er von dem Plasma auf fermentativem Wege bald inaktiviert wird. Erst bei Aufnahme von 1prozent. Brühe — die Mittel werden gewöhnlich nur 0,01- bis 0,05prozent. angewandt — vermochte die Inaktivierung mit der nachdringenden Präparatmenge nicht mehr Schritt zu halten. Das eventuell passiv mit den Nährsalzionen aus dem Boden in die Wurzelhaare der Pflanzen gelangende E 605 wird durch den im Xylem aufsteigenden Transpirationsstrom in der Pflanze verteilt und, was vom Zytoplasma des Mesophylls nicht inaktiviert wird, mit der über die Hydathoden guttierenden Flüssigkeit zur Exkretion gebracht. FROHBERGER konnte durch Fliegentest einwandfrei feststellen, daß E 605 nicht mit den Assimilaten in dem Phloëm geleitet wird, daß also der Wirkstoff von den Blättern nicht mit den Speicherstoffen in Früchte, Knollen und Wurzeln gelangen kann. Selbst bei direkter Behandlung der Äpfel, Weinbeeren, Tomaten, Citrusfrüchte, Kartoffelknollen konnte im Fruchtfleisch dicht unter der Schale eine Spur des Präparates nicht nachgewiesen werden. Die Inaktivierung des Giftes in den Blättern ist in wenigen Tagen abgeschlossen. Interessant ist die Fest-

stellung Frohbergers, daß sich die Pflanze den in dem Wirkstoff in hochmolekular gebundener Form vorliegenden Phosphor und Stickstoff nicht zunutze machen kann. Auf Grund von Tierversuchen läßt sich z. B. errechnen, daß für Vergiftungen mit Früchten, die mit den üblichen Konzentrationen behandelt worden sind, stets mehr als 500 kg auf einmal gegessen werden müßten. Frohberger (47, 158) schließt seine interessanten Ausführungen mit der Feststellung, daß „E 605, obwohl es in konzentrierter Form ein Gift darstellt, bei sinnvoller Anwendung durchaus ungefährlich ist und sich aus der modernen Pflanzenschutzpraxis nicht mehr wegdenken läßt".

Von einem zoociden Wirkstoff, der zu Pflanzenschutzmitteln verarbeitet wird, wird neben insekticiden Qualitäten und einer weitgehenden Ungiftigkeit für Mensch und Haustier auch eine weitreichende Unschädlichkeit für Pflanzen verlangt. Hier liegen wohl im großen und ganzen die Verhältnisse bei den besonders besprochenen drei Wirkstoffgruppen bzw. -klassen gleich günstig, insofern sie bei den üblichen Konzentrationen als pflanzenverträglich zu bezeichnen sind. Als besonders empfindlich (vgl. 51) gegen DDT sind wohl Cucurbitaceen zu bezeichnen, während beim HCCH bei schwächerer Konzentration eine Wachstumsstimulation, bei stärkerer aber ein Leistungsabfall beobachtet worden ist. Hinsichtlich der phytoxiden Natur der neuen Berührungsgifte ist besonders heftig der Streit um die Hexamittel entbrannt. Ich habe zu dem betreffenden Schrifttum ausführlich an anderer Stelle (10; 49; 50) Stellung genommen und dort auch die eventuellen Ursachen aufgezeigt, die zu Pflanzenbeschädigungen, dann aber besonders zu Geruchs- und Geschmacksbeeinträchtigungen geführt haben. Ich muß an dieser Stelle den Leser auf jene Arbeiten verweisen, da uns noch in diesen Ausführungen einige Gefahren beschäftigen sollen, die sich bereits heute bei dem verstärkten Gebrauch der neuen Gifte anzudeuten beginnen.

Fast von jedem Schädling sind ein oder mehrere natürliche Feinde aus dem Reiche der Kerbtiere bekannt, die nach dem Ausbruch einer Kalamität neben bestimmten mikroskopischen Pilzen bei der Wiederherstellung des biologischen Gleichgewichts von größter Wichtigkeit sind. Ich brauche wohl an dieser Stelle nur die Familien der Braconidae, Ichneumonidae, Tachinidae und Asilidae zu nennen. Von den kontaktinsekticiden Verbindungen als polytoxische Körper werden nun auch die Feinde der schädlichen Hexapoden vernichtet, welcher Umstand dem Pflanzenschutzmann keineswegs gleichgültig sein darf. Gegenüber der Tatsache, daß z. B. dem E 605 mit der gleichzeitigen Vernichtung der Coccinelliden, Syrphiden und Chrysopiden die wichtigsten Blattlausfeinde zum Opfer fallen, vermag Unterstenhöfer (52, 25) nur auf dessen hervorragende Blattlauswirkung hinzuweisen. Das Überhandnehmen der Roten Spinne *Paratetranychus pilosus* Can. et Franz. in den letzten Jahren führt man nicht zuletzt darauf zurück, daß durch die DDT- und HCCH-Mittel ihre natürlichen Feinde, nämlich die Coccinellide *Scymnus punctillum* Weise, die Anthocoriden *Orius minutus* L. und *Anthocoris nemorum* L. nebst Raubmilben (53, 13) abgetötet worden sind, während der Schädling selbst gegen die gebrauchten

Mittel weitgehend resistent ist. Bei der Art *Tetranychus althaeae* v. Hanst., die nach HÄRLE (54, 64) 1948 massenhaft in Gewächshäusern, Gurkenbeeten und vor allem an Obst in Süddeutschland und Rheinland aufgetreten ist, scheinen die Dinge ähnlich zu liegen. Ihr Massenauftreten ist auch bereits aus den Obstgegenden Nordamerikas gemeldet, wo man ebenfalls darauf hingewiesen hat, daß sie resistent gegen DDT ist, während ihre natürlichen Feinde diesem Mittel erliegen. Diesen unerwünschten biozönotischen Nebenwirkungen, die der Gebrauch bestimmter Kontaktinsekticide mit sich bringt, wird der Mensch nur dadurch begegnen können, daß er nur hervorragende kontaktinsekticide Mittel anwendet, mit denen keine negative Selektion bzw. kein Überleben der Schadformen verbunden ist. Dagegen wird er die Tatsache, daß er sich mit dem verstärkten Gebrauch der neuartigen Berührungsgifte gleichzeitig mit der Vernichtung der Insektenfeinde aus dem Stamme der Arthropoden der biologischen Abwehrkräfte beraubt, vollends in Kauf nehmen müssen.

Noch eine andere unliebsame Folge muß an dieser Stelle aufgezeigt werden. Die neuartigen synthetischen Insekticide setzen den Menschen jederzeit in den Stand, den Ausbruch einer Schädlingskalamität im Keime zu ersticken. Wenn auch der Mensch in dem Zweikampf, den er durch die modernen Mittel mit dem Heer der Schadkerfe führt, in der Gegenwart eindeutig zum Sieger bestimmt ist, so muß tatsächlich dessen weiterer Verlauf in den nächsten Jahren abgewartet werden. Von Interesse sind in dieser Hinsicht die Mitteilungen von SCHWANITZ (55), der über die neueren Ergebnisse der Forschungen des Auslandes an Bakterien berichtet hat. Danach haben sich bei diesen mikroskopischen Pflanzen, über die der moderne Mensch mit seinen neuen Medikamenten noch immer zu triumphieren glaubt, vielfach schon gegen Sulfonamide, Antibiotica pflanzlicher Herkunft (Penicillin), auch gegen gewisse Viren (Bakteriophagen) völlig resistente Formen herausgebildet. Mutation und die Anwendung der schwächer dosierten baktericiden Medikamente haben unfreiwillig eine Selektion widerstandsfähiger Bakterienrassen bewirkt, ja es ist die Resistenz bis zur völligen Immunität gesteigert worden. Um in Zukunft durch zu schwache Dosierung der antibiotischen Arzeneien eine Auslese resistenter Formen zu verhindern, gibt man jetzt bei deren Anwendung der Stoßtherapie, bei der bekanntlich die Anwendungskonzentration der Bakteriengifte erheblich differiert, den Vorzug.

Wenn wir nach diesem Ausflug ins Pflanzenreich zu unseren Schadkerfen zurückkehren, so sind hier bei schwacher Anwendung der neuzeitlichen Berührungsgifte, wo es immer zu einem Überleben eines Prozentsatzes der Schädlinge kommt, sicherlich ähnliche Erscheinungen zu erwarten. Allerdings wird bei den Hexapoden, die im Vergleich zu den Bakterien nur ein winziges Vermehrungspotential — die Nachkommen des Choleraerregers können z. B. innerhalb von 24 Stunden mehrere Millionen betragen — mit konstantem Generationszyklus besitzen, die Herauszüchtung widerstandsfähiger Rassen auf selektivem Wege zu unserem Glück nur verschwindend langsam erfolgen.

Bei den resistenten Insektenarten werden immer Individuen mit größerer Giftwiderstands- oder Erholungsfähigkeit der Vernichtung entgehen. Becker (56, 1) hat unlängst die in der Literatur verbreiteten diesbezüglichen Beobachtungen zusammengestellt. Darnach haben Beispiele für Kontaktresistenz Schneider (1944) * — die mit einem * gekennzeichnete Literatur findet sich bei Becker zitiert —, Wiesmann (1948) *, Kemper (1948) *, Velbinger (1949) *, Döhring (1949) *, Kirchberg (1949) * und Hurst (1949) * erbracht. Individuelle Resistenzschwankungen von Culices gegen DDT sind von Rose (1944) *, Emmel und Krüpe (1946) *, Missiroli (1946) * und Mosna (1947) * beobachtet worden. Zahlreiche Beobachtungen liegen auch über „Giftgewöhnung" und unterschiedliches Verhalten von *Musca domestica* gegenüber DDT vor. Es seien nur die Autoren Wiesmann (1947) *, Annand (1947) *, Lindquist und Wilson (1948) *, Barber und Schmitt (1949) *, King und Gahan (1949) * genannt. Wiesmann (1949) * konnte bereits 6 Insektenarten anführen, bei denen eine gesteigerte Giftresistenz beobachet worden ist. Becker konnte an der Cerambycide *Hylotrupes bajulus* L. experimentell bestätigen, daß gegenüber den organisch-synthetischen Insekticiden eine Erholung aus Scheintodlähmung eintreten kann. Er zog zu seinen Versuchen die Berührungsgifte p-DDT, γ-HCCH, p-N. (E 605) und das OET (M 140) heran. Auf seine Prüfungsmethodik soll hier nicht weiter eingegangen werden. Er konnte dabei die Feststellung machen, daß sich beim DDT, p-N. und OET ganz vereinzelt Tiere aus dem Zustand der Rückenlage und Unbeweglichkeit in den nächsten Tagen völlig erholten. Der Schluß Stellwaags, daß Insekten im Stadium der Rückenlage über den O. K.-Zustand dem Tode verfallen sind, trifft also nicht immer zu. Allerdings gestatten die Beckerschen Experimente bei der geringen Versuchstierzahl — er arbeitete je mit 12 Versuchstieren — keine einwandfreien Folgerungen. Er muß so selbst darauf hinweisen, daß der Nachweis, ob die überlebenden Einzeltiere als Beispiel für die Herausbildung resistenter Populationen zu werten sind, erst durch den Beweis der Vererbung ihrer Giftresistenz erbracht werden kann. Die Resistenzsteigerung gegen DDT ist bereits für Insekten von kurzer Generationsdauer (*Musca domestica, Stomoxys calcitrans, Culex pipiens, Anopheles sp.* unter anderem erwiesen. Während Barber und Schmitt (1949) *, dann auch King und Gahan (1949) * beim DDT eine spezifische Resistenz beobachtet haben, will Becker aus seinen Testungen mit ein paar Individuen einer Käferart eine gegenteilige Feststellung ableiten. Mir will scheinen, wir müssen von vornherein die Tatsache des eventuell zufälligen Überlebens von Einzeltieren von derjenigen der Herausbildung einer individuellen Unempfindlichkeit auf mutativem Wege strikte auseinanderhalten. Ohne experimentelle Untersuchungen ist im voraus zu erwarten, daß es bei artlichen Unterschieden zu einem Überleben von Individuen am ehensten bei den schwächer kontakttoxischen Berührungsgiften kommen dürfte. Es verwundert daher nicht weiter, daß in dieser Hinsicht die meisten Beobachtungen über das DDT vorliegen. Doch findet sicher dieser Umstand nur zum Teil seine Erklärung dadurch,

daß z. B. von den organisch-synthetischen Insekticiden das DDT auf der „Leiter der Kontaktinsekticidität" am tiefsten steht; denn es hat bekanntlich den Reigen der synthetischen Berührungsgifte zu Beginn des zweiten Weltkrieges in der Schweiz eröffnet und wird trotz seiner Unterlegenheit gegenüber dem γ-HCCH und dem p-N. noch jetzt im In- und Ausland in erheblichem Umfange zur Schädlingsvernichtung herangezogen. Wird demnach ein Überleben von Kerbtieren eher bei den kontaktinsekticid schwächeren Verbindungen (z. B. DDT) als bei den Stoffen mit stärkeren toxischen Qualitäten zu erwarten sein, so ist andererseits auch denkbar, daß die mutativ entstandene resp. chromosomal verankerte Unempfindlichkeit weitgehend von den Eigenschaften bzw. der dieselben bedingenden chemischen Konstitution des Insekticids unabhängig ist. Die Abhängigkeit oder Nichtabhängigkeit der durch Mutation ausgelösten Resistenz von der chemischen Natur des Kontaktgiftes läßt sich nur auf experimentellem Wege ermitteln. Dabei müßte gleichzeitig mit verschiedenen Hexapoden und einem großen Versuchsmaterial operiert werden. Es ist naheliegend, daß hierbei sich am ehesten Ergebnisse in irgendeiner Form bei Arten mit schneller Generationsfolge werden erzielen lassen. Ich denke da z. B. an das klassische Objekt der Genetik, nämlich die *Drosophila*, bei welchem Insekt bei schneller und leichter Fortpflanzung die kontaktinsekticiden sich mit den genetischen Untersuchungen paaren ließen.

Benutzte Literatur

1. Ohne Autor, Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis der Biol. Zentralanst. Braunschweig. Merkbl. 1 (2. Aufl.). April 1949.
2. RIEMSCHNEIDER, R., Zur Kenntn. d. Kontakt-Ins.-Pharmacie. **1**. E.-Bd., 2. Bh. 77—172, 1947.
3. MATTHEWS, F. E., The α- and β-Modification of Benzene Hexachloride. Journ. of the Chem. Soc. **59**, 1891.
4. RIEMSCHNEIDER, R., Ein Beitrag zur Toxikol. d. kont.-insekt. Substanzen. Anz. f. Schädlingskunde **22**, 1—3, 1949.
5. MÄSSING, W., Über eine neue Gruppe von Insekticiden. Nachrichtenbl. d. BZA Braunschweig **1**, 94—97, 1949.
6. BEILSTEIN, Handbuch der organischen Chemie V, 1922.
7. RIEMSCHNEIDER R., Pharmacie **3**, 509, 1948.
8. — — Vorläuf. Mitt. über neue Kont.-Insekticide d. Halogenkohlenwasserstoffkl. Ibidem **3**, 115—116, 1948.
9. BLUNCK, H., Erfahrungen m. neuart. Insekticiden i. Ausland. Zeitschr. f. angew. Entom. **31**, H. 1, 1949.
10. MÜNCHBERG, P., Zur Chemie der Verunreinigung d. Hexachlorcyclohexans. Anz. f. Schädlingskunde **22**, 116—119, 1949.
11. BERAN, F., Neue Wege im Pflanzenschutz. Bodenkultur Jg. 1947, 1, 3—15.
12. MÜHLENS, K., Die Entwicklung der neuen Kontaktgifte in der Schädlingsbekämpfung. D. Drog.-Zeitung **2**, 5—7, 1947.
13. a) DOSSE, G., Der große Kohltriebrüßler, ein gefährlicher Feind für den Raps- und Kohlanbau. Württ. Woch.-Landw. **113**, 81, 1946.
    b) — — Beiträge zur Bekämpfung des großen Kohltriebrüßlers (*Ceutorrhynchus napi* Gyll.) im Kohlanbau. Anz. f. Schädlingskunde **21**, 81—88, 1948.
    c) — — Der große Kohltriebrüßler und seine Bekämpfung. Flugbl. d. D. Pflanzenschutzd. Nr. 7, 4 S., 1948.

14. a) GÜNTHART, E., Bekämpfung der wichtigsten Schädlinge im Saatbeet: Kohlgallen- und Kohltriebrüßler. Gartenmeister **11**, 1946.
b) — — Über die insektic. Wirkung eines Benzolhexachlorid-Präparates. Schweiz. Ent. Ges. **19**, 648—649.
15. CLAUSEN u. GÜNTHART, E., Die Bekämpfung der Maikäfer mit Hexalo. Nr. 10. Techn. Orient. D. d. Maag. Zürich 1948.
16. a) THIEM, H., Die Maikäferbekämpfung mit neuzeitlichen Insektengiften. Nachrichtenbl. d. D. Pflanzenschutzd. N. F. **1**, 26—28, 1947.
b) — — Zur Weiterentwicklung der praktischen Maikäferbekämpfung. Anz. f. Schädlingskunde **21**, 17—21, 1948.
17. STEINER, P., Die neuen Kontaktinsekticide der DDT-, Hexa- und E-Gruppe. Ibidem **21**, 33—36, 1948.
18. GÜNTHART, E., Die Bekämpfung der Engerlinge mit Hexachlorcyclohexan-Präparaten. Schweiz. Ent. Ges. **20**, 3—45, 1947.
19. — — Borkenkäfer an Waldbäumen. Techn. Orient. D. Nr. 13 d. Maag. Zürich 1948.
20. BOTT, R., Der Einfluß der Kontaktgifte „Gix" auf den Körper des Schädlings. Anz. f. Schädlingskunde **21**, 91—95, 1948.
21. GÜNTHART, E., Über Spinnmilben und deren natürliche Feinde. Schweiz. Ent. Ges. **19**, 279—308, 1945.
22. MAYER, K. u. STRENZKE, K., Versuche mit Gix zur Bekämpfung von Fliegen und Mücken. Anz. f. Schädlingskunde **21**, 74—76, 1948.
23. FREY, W., Über die Wirksamkeit neuerer Kontaktinsekticide auf d. Kohlrübenw. (*Athalia colibri* Christ.) und die gelbe Stachelbeerblattw. (*Pteronus ribesii* Soop.). Ibidem **22**, 129—134, 1949.
24. MAAR, G., Versuche über Sommerbekämpfung d. San José-Schildl. „Höfchen"-Briefe **1**, 18—23, 1949.
25. LAAKE, E. W. u. BRUCE, W. C., Bekämpfung der Viehplage mit DDT, HCC u. Benzylbenzoat. Übers. v. WD. EICHLER a. Yearb. of Agr. 43—47. Anz. f. Schädlingskunde **21**, 107—109, 1948.
26. LAIBACH, E., Massenauftreten der Rübenblattwespe *Aethalia colibri* Christ. „Höfchen"-Briefe **3**, 13—22, 1948
27. LÜDECKE, M., Über das Eindringungsvermögen v. E 605-f i. leb. pflanzl. Gewebe. Nachrichtenbl. d. BZA Braunschweig **1**, 27—28, 1949.
28. — — Weitere Untersuchungen über das Eindringungsvermögen d. Insekticids E 605-f i. leb. Gewebe. Anz. f. Schädlingskunde **22**, 58—62, 1949.
29. UNTERSTENHÖFER, G., Labor- und Freiland-Versuche mit E 605 zur Bekämpfung von Rapsschädlingen. „Höfchen"-Briefe **3**, 4—13, 1948.
30. HOLZ, W., Freilandversuche mit neuen Kontaktinsekten gegen Rapsglanzkäfer und Kohlschotenrüßler. Anz. f. Schädlingskunde **21**, 23—24, 1948.
31. MAERCKS, H., Versuche zur Drahtwurmbekämpfung durch Saatgutbehandlung. Nachrichtenbl. d. BZA Braunschweig **1**, 127—129, 1949.
32. HOLZ, W., Wirkung von E 605-f auf Eier verschiedener Insekten. Anz. f. Schädlingskunde **22**, 134—138, 1949.
33. ZEUMER, H., Normen für Pflanzenschutzmittel. Nachrichtenbl. d. BZA Braunschweig **1**, 107—112, 1949.
34. HÄRLE, A., Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1948. Ibidem **1**, 63—68, 1949.
35. UNTERSTENHÖFER, G., E 605 als Insekticid im Obstbau. „Höfchen"-Briefe 1, 20—25, 1948.
36. FISCHER, H., Zur Biologie und Bekämpfung des Pflaumenwicklers (*Laspeyresia funebrana* Fr.) in Norddeutschland. Nachrichtenbl. d. D. Pfl.-D. N. F. **2**, 40—43, 1948.
37. HANF, M., Neue Erkenntnisse zur Bekämpfung des Apfelblütenstechers. Anz. f. Schädlingskunde **21**, 65—73, 1948.

38. LIEBSTER, Erlauben die neuen Kontaktinsekticide die Einsparung der Winterspritzung im Obstbau? Nachrichtenbl. d. D. Pfl.-D., N. F. **2**, 80—82, 1948.
39. MÜNCHBERG, P., Über Herstellung, Gebrauch und Wirkung der Winterspritzmittel im Obstbau. Desinfekt. u. Schädlingsbekämpf. **40**, 243—247, 1949.
40. KAESER, W., Zur Frage einer temperaturbedingten Widerstandsfähigkeit der Honigbiene (*Apis mellifica* L.) gegenüber dem Kontaktinsekticid DDT (Gesarol). Anz. f. Schädlingskunde **21**, 129—132, 1948.
41. EVENIUS, J., Gefährdung der Bienen durch Kontaktgifte. Ibidem **22**, 37 bis 39, 1949.
42. — — Zur Frage der Bienenschäden durch Pflanzenschutzmittel. Vortrag gehalten an der Pflanzenschutz-Tagung in Fulda (11.—14. Oktober 1949). Ber. Zeitschr. Desinf. u. Schädlingsbekämpfung **41**, 240, 1949.
43. SCHÖNFELD, W., Die Verwendung des Dichlordiphenyltrichlormethylmethans in der Dermatologie. D. Med. Wo. **34**, 5—8, 1946.
44. VELBIGER, H., Beiträge zur Toxikologie des DDT-Wirkstoffes usw. Pharmacie **2**, 268—272, 1947.
45. REICHMUTH, W., Neuere Ergebnisse und Probleme d. Schädlingsbekämpfung. Hygiene 67, Tl. 2, 21—61.
46. MICHAELIS, H. F., Über die gesundheitlichen Gefahren beim Umgang mit dem Schädlingsbekämpfungsmittel E 605. Desinf. u. Schädlingsbekämpfung **41**, 191, 1949.
47. FROHBERGER, P. E., Über das Verhalten d. Insekticids E 605 auf und in der Pflanze. Nachrichtenbl. d. BZA Braunschweig **1**, 155—158, 1949.
48. HOLZ, W., Versuche mit E 605 an Kornkäfer (*Calandra granaria*). Desinfekt. u. Schädlingsbekämpfung **41**, 73—74, 1949.
49. MÜNCHBERG, P., Über das Hexachlorcyclohexan und dessen vermeintliche Nachteile als Wirkstoff von Pflanzenschutzmitteln. Nachrichtenbl. BZA Braunschweig **1**, 52—55, 1949.
50. — — Über die wahrscheinlichen Ursachen der Beeinflussung von Geruch und Geschmack des Erntegutes nach dessen Behandlung mit Hexapräparaten. Zeitschr. für hygienische Zool. und Schädlingsbekämpfung H. 5, 1950.
51. KLINKOWSKI, M., Untersuchungen über die Wirkung von Kontaktinsekticiden an Schädling und Kulturpflanzen. Referat gehalten auf der Pflanzenschutz-Tagung in Fulda (11.—14. Oktober 1949). Ber. Desinf. u. Schädlingsbek. **31**, 1949.
52. UNTERSTENHÖFER, G., Neue Möglichkeiten der Schädlingsbekämpfung im Kartoffelbau. „Höfchen"-Briefe **2**, 20—25, 1948.
53. ANDERSEN, VAGN STEEN, Untersuchungen über die Biologie und Biographie der Obstbaumspinnmilbe *Paratetranychus pilosus* Can. et Franz. Ibidem **1**, 10—17, 1948.
54. HÄRLE, A., Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungen an Kulturpflanzen im Jahre 1948. Nachrichtenbl. BZA Braunschweig **1**, 63—68, 1949.
55. SCHWANITZ, F., Warum werden Bakterien widerstandsfähig gegen Arzneimittel? Umschau **49**, 582—583, 1949.
56. BECKER, G., Beobachtungen über Erholung von Scheintodlähmungen durch Kontaktgifte bei Cerambyciden. Anz. f. Schädlingskunde **23**, 1—2, 1950.

Zur Kenntnis der Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L.

3. Beitrag: *Hemiteles simillimus* Taschb. nov. var. *sulcatus* Kennzeichen und Verhalten der Vollkerfe

Von

H. Blunck, Bonn

Mit 7 Tabellen und 15 Abbildungen

Stoffanordnung:

A. Allgemeines 335
B. Morphologisches und Stellung im System 346
I. Beschreibung von *Hemiteles simillimus sulcatus* 346
a) Allgemeines 346
b) Besonderheiten des Männchens 347
c) Besonderheiten des Weibchens 349
II. Vergleich mit *Hemiteles simillimus* Taschb. und *H. taschenbergi* Schmiedkn. 350
C. Wirte 352
D. Geographische Verbreitung 352
E. Verhalten der Volltiere 352
I. Allgemeines 352
II. Sinnesleben 354
III. Nahrung, Nahrungserwerb und Verdauung 357
IV. Geschlechtsleben und Fortpflanzung 371
a) Zahlenverhältnis der Geschlechter 371
b) Genitalapparat des Männchens 372
c) Genitalapparat des Weibchens 374
d) Begattung 378
e) Eiablage 383
V. Lebensdauer und Alterserscheinungen 399
F. Literaturverzeichnis 404

A. Allgemeines

Über unsere in den Jahren 1930—1943 durchgeführten Untersuchungen an Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L. habe ich 1944 auszugsweise berichtet (Blunck 1944, S. 418—491). Inzwischen lieferte Susanne Farwick unter weiterer Auswertung meines Materials und unter Beibringung eigener Daten einen 2. Beitrag (Farwick, Diss. Bonn 1947, 108 S.) [1]). Sie beschränkte sich dabei auf Behandeln der Chalcididen. Ich selbst setzte 1945, 1946 und 1950 die Aufzucht von Parasiten von *Apanteles glomeratus* L. fort.

[1]) In der sonst guten Arbeit scheinen einige Fehldeutungen unterlaufen zu sein. Herr Dr. Ch. Ferrière, Genf, schrieb mir nämlich unter dem 27. September 1949: „*Brachymeria vitripennis* ist ein Schmarotzer von *Cassida* und kann sicher nicht als Parasit von *Apanteles* vorkommen; ich habe öfters Stücke dieser Art gesehen; die Gattungen *Eupelminus* und *Ectroma* sind wahrscheinlich nicht richtig bestimmt; *Habrocytus poecilopus* Crawf. ist, meiner Ansicht nach, dieselbe Art wie *Habrocytus eucerus* Ratz.; Zweifel kommen noch mit *Asaphes vulgaris*, ein Hyperparasit von Blattläusen, und *Cirrospilus pictus*, ein Parasit von Blattminierlarven."

Das Material entstammte 1945 am Rhein bei Bonn, bei Hamburg und in Holstein bei Marne in und neben Kohlbeständen, die von *Pieris brassicae* L. befressen waren, gesammelten Kokons der Braconide beider Generationen. Ein Teil war beim Eintragen schon verlassen, die Insassen konnten aber in der Mehrzahl an Hand der Schlupflöcher und der im Kokon zurückgebliebenen Reste unschwer noch bestimmt werden. Die unter Nutzung dieser Merkmale vorgenommene Auszählung ergab, daß vor dem Eintragen (Tabelle 1 und 2) etwa 8249 *A. glomeratus* L., > 888 *Hemiteles fulvipes* Grav. (Ichn. 1)[1]), > 150 *H. areator* (Panz.) Grav. (Ichn. 2), etwa 50 *Leptocryptus brevis* Thoms. (Ichn. 8/19), > 604 *Habrocytus poecilopus* Crawf. (Chalc. 1), > 2032 *Dibrachys cavus* Walk. (Chalc. 3) und > 956 *Tetrastichus rapo* Walk. (Chalc. 14), außerdem aber einige andere noch nicht bestimmbare Ichneumoniden und Braconiden aus den Kokons ausgewandert waren. Nach dem Eintragen schlüpften (Tabelle 1 und 2) etwa 3998 *A. glomeratus* L. und 14 261 Ichneumoniden, nämlich 6663 *Leptocryptus brevis* Thoms., 4720 *H. fulvipes* Grav. (Ichn. 1), 1819 *H. simillimus* Taschb. nov. var. *sulcatus* (Ichn. 3/14) (det. ROMAN 18. Januar 1933, FERRIÈRE 27. September 1949), 968 *H. areator* (Panz.) Grav. (Ichn. 2), etwa 47 oder etwas mehr *submarginatus* Bridgm.

Tabelle 1 und 2 siehe Seite 338—341

(Ichn. 7), etwa 17 *Pezomachus ? nigritus* Först. (Ichn. 71), etwa 10 *P.* cf. *?Heidenreichi* Hab. (Ichn. 25) (Cotype ROMAN det. 23. Oktober 1934) und etwa 17 undeterminierbare Individuen, ferner 30 598 Chalcididen, nämlich 16 524 *Tetrastichus rapo* Walk. (Chalc. 14), 8879 *Dibrachys cavus* Walk. (Chalc. 3), 4522 *Habrocytus poecilopus* Crawf. (Chalc. 1), ?416 *Eurytoma appendigaster* Dalm. (Chalc. 12/47) (Cotypen FERRIÈRE det. 6. April 1934, BISCHOFF 9. August 1943), etwa 190 *Habrocytus* cf. *eucerus* Ratz. (Chalc. 33), 17 *Monodontomerus ?dentipes* Boh. (Chalc. 32) (Cotype det. OTTEN n. SACHTLEBEN 5. Februar 1943), 13 *Eupelmus* aff. *urozonus* Dalm. (Chalc. 4 a) (Cotype OTTEN det. n. SACHTLEBEN 5. Februar 1943), 9 *Eupteromalus ?nidulans* Först. (Chalc. 29) (Cotype FERRIÈRE det. 6. April 1934), 7 *Litus* sp. (Chalc. 65) (FARWICK det. 15. November 1945), 4 *Perilampus* sp. (Chalc. 61) (FARWICK det. November 1945, 3 *Catolaccus ?ater* Ratz. (Chalc. 37) (v. SZELENYI det. 5. Juni 1943), 3 *Panstenon assimilis* Nees (Chalc. 63) (FARWICK det. November 1945), 1 *Camptoptera* sp. (Chalc. 64) (FARWICK det. 5. November 1945), 1 *Ectroma* sp. (Chalc. 62) (FARWICK det. November 1945, siehe aber Anm. S. 335) und 9 undeterminierte Individuen. Insgesamt entfielen also bei dem Material auf etwa 12 247 zum Schlüpfen gekommene *A. glomeratus* mehr als 49 450 Parasiten, d. h. auf je 1 Wirt 4 Schlupfwespen.

Die Verschiebungen, welche die Hyperparasitengarnitur im Jahre 1945 gegenüber 1930—1943 erfahren hat, sind aus Tabelle 3 ersichtlich.

Tabelle 3 siehe Seite 342, 343

[1]) Die in Klammern beigesetzten Zahlen sind die Kennziffern, unter denen die Ichneumoniden (Ichn.) und Chalcididen (Chalc.) in unserer Typenliste geführt werden.

Diese bringt für die wichtigsten Ichneumoniden und Chalcididen den absoluten und die Verhältniswerte für beide Zeiträume getrennt und dann zusammengefaßt für die ganze Periode.

Nicht ganz so groß wie zwischen den zum Schlüpfen gekommenen Individuen des Wirts und seiner Parasiten ist der Unterschied zwischen der Zahl der nicht befallenen und der der parasitierten Kokons. Bei den Ichneumoniden entfällt allerdings ebenso wie bei *A. glomeratus* auf jeden Kokon nur 1 Insasse, einige der Chalcididen sind aber Superparasiten im Sinne von Smith (1916, S. 485—486), d. h. es leben mehrere von ihnen auf Kosten desselben Wirtsindividuums. So entfielen, nach Stichproben zu urteilen, in unserem damaligen Material bei *D. cavus* Walk. durchschnittlich 2 und bei *T. rapo* Walk. durchschnittlich 3 Individuen auf einen *Apanteles*-Kokon (Farwick — 1947, S. 76 — gibt den durchschnittlichen Besatz noch etwas höher, nämlich bei *D. cavus* Walk. mit 3 und bei *T. rapo* Walk. mit 4 an). Es waren demnach wohl mindestens $> 10\,911 : 2 = > 5456$ Kokons von *D. cavus* Walk. und $> 17\,480 : 3 = > 5827$ Kokons von *T. rapo* Walk. und insgesamt $> 17\,082$ Kokons von Chalcididen besiedelt. Viele *Apanteles*-Kokons lieferten aber überhaupt keine zum Schlüpfen kommenden Vollkerfe. Das ist die Regel. Sie gilt nicht nur für in Kultur genommenes, also unter mehr oder minder unnatürliche Bedingungen gebrachtes Material, sondern auch für solche Kokons, die an ihrem natürlichen Standort verbleiben. Auch bei diesen stirbt ein Teil der Insassen ab, ohne zur Reife zu gelangen, und zwar meist schon im Larven-, seltener erst im Puppenstadium, ganz selten als schlüpfreife Imago. Eine der Ursachen für diese Ausfälle dürfte die Gepflogenheit mancher Ichneumoniden und Chalcididen bilden, die *Apanteles*-Larven nicht nur als Wirt für die eigene Brut zu benutzen, sondern ihnen auch als Imago Nahrung zu entnehmen. Die Wespen stechen die Wirtslarve durch deren Kokonwandung hindurch an und trinken dann den aus der Anstichwunde herausquellenden Nahrungssaft (vgl. Faure 1926, S. 113—115, 126—127, 141; Farwick 1947, S. 68—69 und eigene Beobachtungen: siehe z. B. S. 358). Bischoff (1927, S. 389) meint, solche Verletzungen seien zu geringfügig, um schädliche Folgen für den Wirt haben zu können. Vielleicht nehmen in der Tat nicht alle so angezapften Wirtslarven dadurch ernstlich Schaden. So sollen sie nach einem Eingriff durstiger Chalcididen-Weibchen nach Farwick (1947, S. 68) die Entwicklung noch vollenden können. Ein Aderlaß durch Ichneumoniden wirkte bei *Apanteles glomeratus* L. meist, wenn nicht immer tödlich (siehe S. 360). Andere Einflüsse, die der Brut den Tod bringen, vermehren die Abgänge. In wechselnder Zahl gehen Larven und Puppen unter Krankheiten verschiedener Art zugrunde. Nicht wenige Tiere vollenden zwar die Metamorphose, die junge Imago stirbt dann aber, weil sie beim Sprengen des Kokons scheitert. Der Hundertsatz der Kokons, bei dem die Insassen aus dem einen oder anderen dieser Gründe nicht zum Schlüpfen kommen, dürfte im Durchschnitt zwischen 10 und 40 liegen. Er scheint in dem in Rede stehenden Beispiel mindestens 25 % betragen zu haben. Mehr als 14 893 Kokons wären also durch diese Ein-

Tabelle 1

Parasiten und Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L. —

Kulturnummer	Herkunft	Kokons eingetragen	*Apanteles glomeratus* L.		*Hemiteles* *fulvipes* Grav. (Ichn. 1)			*Hemiteles* *submarginatus* Bridgm. (Ichn. 7)			*Hemiteles* *areator* Grav. (Ichn. 2)		
		vor oder nach dem Eintragen	vor	nach	vor	nach ♂	nach ♀	vor	nach ♂	nach ♀	vor	nach ♂	nach ♀
45/68	Marne . .	6. 7. 45	—	173	—	69	13	—	1	5	—	—	—
45/69	Marne . .	15. 6. 45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45/70	Marne . .	11. 7. 45	202	293	—	8	19	—	6	9	—	—	—
45/71	Helse. . .	12. 7. 45	422	39	—	56	45	—	14	—	—	—	—
45/72	Marne . .	12. 7. 45	932	229	—	36	2	—	—	—	—	—	—
45/80	Marne . .	5. 7. 45	—	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45/81	Marne . .	2. 7. 45	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45/146	Marne . .	5. 9. 45	87	6	—	6	1	—	—	—	—	—	—
45/149*)	Marne . .	6. 9. 45	114	79	—	19	16	—	—	—	—	—	—
45/150	Marne . .	6. 9. 45	36	4	Max. 14	28	4		—	—		—	—
45/154 a*)	Marne . .	7. 9. 45	258	50	—	50	46	—	—	—	—	—	—
45/154 b*)	Marne . .	7. 9. 45	94	74	—	80	107	—	—	12	—	—	—
45/155	Marne . .	7. 9. 45	527	12	—	58	88	—	—	—	—	—	—
45/156*)	Marne . .	7. 9. 45	106	6	—	13	74	—	—	—	—	—	—
45/157	Marne . .	10. 9. 45	1	—	Max. 1	19	9		—	—		—	—
45/159	Helse. . .	6. 9. 45	205	—	—	42	61	—	—	—	—	—	—
45/167	Meldorf . .	15. 9. 45	3	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45/168	Meldorf . .	14. 9. 45	21	—	Max. 7	2	16		—	—		—	—
45/171	Marne . .	6. 9 45	—	—	—	12	35	—	—	—	—	—	—
45/172	Hamburg .	23. 11. 45	ca. 504	112	Max. 275	257	141		—	—		—	1
45/173	Volksdorf .	Okt./Nov. 45	? 2	ca. 40	3	291	192		—	—		12	2
45/174	Blankenese .	25. 9. 45	132	19	84	7	—		—	—		—	—
45/175	Marne . .	Herbst 45	bei *) aufgef.	185		28	39		—	—		—	—
45/176	Buschdorf .	26. 2. 46	22	13	Max. 28	1	9		—	—		—	8
45/177	Velmede (Sauerland)	6. 10. 45	ca. 300	26		zus. 648			—	—		zus. 53	
45/178	Friesdorf .	9.—14. 10. 45	ca. 1500	8	? ca. 200	4	2		—	—	? ca. 50	23	16
45/179	Godesberg .	14. 10. 45	? ca. 500	30	? Max. 200	11	24		—	—	? > 100	59	32
45/181	Buschdorf .	3. 11. 45	ca. 150	611		49	60		—	—		9	? ca. 6
45/183	Buschdorf .	15. 11. 45	585	1192		586	376		—	—		109	415
45/184	Buschdorf .	21. 11. 45	1189	529		475	339		—	—		161	
45/182	Königswinter	4. 11. 45	4	174		15	29		—	—		26	19
45/185	Buschdorf .	14. 3. 46	45	2		7	13		—	—		?	—
45/186	Friesdorf .	20. 3. 46	204	2	Max. 11	—	—		—	—		5	2
46/3	Bonn . . .	ca. 27. 3. 46	8	44		26	55		—	—		4	6
46/4	Buschdorf .	29. 3. 46	60	2	? 65	—	2		—	—		—	—
			ca. 8249	ca. 3998	> 888	2255 + 648	1817	?	21	26	> 150	408 + 53	? 507
		insgesamt	ca. 12 247		> 5 608			? > 47			> 1 118		

I. Teil: *Apanteles glomeratus* L. und Ichneumoniden — Material 1945/46

simillimus Taschb. var. *sulcatus* (Ichn. 3/14)			*Pezomachus* cf. ? *Heidenreichi* Hab. (? Ichn. 25)			*Pezomachus* ? *nigritus* Först. (Ichn. 71)			*Leptocryptus brevis* Thoms. (Ichn. 8/19)			incerta	Summe
vor	nach		vor	nach		vor	nach		vor	nach			
	♂	♀		♂	♀		♂	♀		♂	♀		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	88
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42
—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	116
—	—	—	—	1	8	—	—	—	—	—	—	—	47
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35
	—	—		—	—		—	—		—	—	14	60
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	96
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	199
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	146
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	87
	—	—		—	—		—	—		2	—	1	32
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	105
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—		—	—		—	—		—	—	?2	27
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47
	1	—		—	—		—	—		—	—		675
	2	—		—	—		—	—		—	—		502
	—	—		—	—		—	—		—	—		91
	—	—		—	—		—	—		—	—		67
	6	1		—	—		—	—		15	5		73
	1	—		—	—		—	—		zus. 280			? 982
	1	—		—	—		3	—	? ca. 50	11	15		? 375
	9	3		—	—		—	—		9	4		? 451
	49			—	—		—	—		210	130		? 513
	498	625		—	—		—	4		1793	1064		?5470
	470			—	—		—	9		2181	930		?4565
	14	7		—	—		—	—		3	—		? 113
	?	?		—	—		—	—		—	—		? 20
	—	—		—	—		1	—		—	—		19
	83	49		—	—		—	—		7	2		? 232
	?	?		—	—		—	—		—	—		? 67
?	1134	685	?	2	8	?	4	13	? ca. 50	4233 + 280	2150	?17	>15 349
	>1819			? >10			? >17			? ca. 6713		?17	>15 349

Tabelle 2

Parasiten und Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L. — II. Teil: Chalcididen — Material 1945/46

Kulturnummer	Herkunft	Kokons eingetragen	*Habrocytus* *poecilopus* Crawf. (Chalc. 1)		*Habrocytus* cf. *eucerus* Ratz. (Chalc. 33)		*Dibrachys cavus* Walk. (Chalc. 3)		*Tetrastichus rapo* Walk. (Chalc. 14)		*Eurytoma appendigaster* Dalm. (Chalc. 12/47		div. et incerta	Summe
		vor oder nach dem Eintragen	vor	nach	vor	nach	vor	nach	vor	nach	vor	nach		
45/68	Marne . . .	6. 7. 45	—	141	—	—	—	—	--	1 768	--	—	—	1 909
45/69	Marne . . .	15. 6. 45	—	—	—	—	—	—	—	244	—	—	—	244
45/70	Marne . . .	11. 7. 45	—	185	—	—	—	35	—	4 720	—	—	9	4 949
45/71	Helse . . .	12. 7. 45	—	154	—	—	—	—	—	1 496	—	—	—	1 650
45/72	Marne . . .	12. 7. 45	—	217	—	3	—	—	—	824	—	—	—	1 044
45/80	Marne . . .	5. 7. 45	—	—	—	—	—	—	—	67	—	—	—	67
45/81	Marne . . .	2. 7. 45	—	—	—	—	—	—	—	65	—	—	—	65
45/146	Marne . . .	5. 9. 45	—	18	—	—	—	—	—	61	—	—	—	79
45/149	Marne . . .	6. 9. 45	—	56	—	—	—	—	—	10	—	—	—	66
45/150	Marne . . .	6 9. 45	—	—	—	—	?21	128	2	148	—	—	—	299
45/154a	Marne . . .	7. 9. 45	—	36	—	—	—	—	—	73	--	—	—	109
45/154b	Marne . . .	7. 9. 45	—	61	—	—	—	—	—	23	—	—	—	84
45/155	Marne . . .	7. 9. 45	—	—	—	—	—	—	—	465	—	—	—	465
45/156	Marne . . .	7. 9. 45	—	—	—	—	—	137	—	7	—	—	—	144
45/157	Marne . . .	10. 9. 45	—	—	—	—	—	181	—	99	—	—	—	280
45/158	Helse . . .	10. 9. 45	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1

45/159	Helse . . .	6. 9. 45	—	—	—	—	—	37	ca. 63	21	—	—	—	121
45/167	Meldorf . .	15. 9. 45	—	—	—	—	—	—	—	87	—	—	—	87
45/168	Meldorf . .	14. 9. 45		—		—	Max. 113	83	Max. 3	132		—	—	331
45/171	Marne . . .	6. 9. 45	—	17	—	—	—	—	—	17	—	—	—	34
45/172	Hamburg . .	23. 11. 45		1		—	ca. 120	1322	ca. 140	540		? 3	—	2 126
45/173	Volksdorf . .	Okt./Nov. 45	—	—	—	—	—	325	—	142	—	—	—	467
45/174	Blankenese .	25. 9. 45	—	2	—	—	ca. 700	1697	ca. 100	280	—	—	—	2 779
45/175	Marne . . .	Herbst 45		7		—		32	—	232		—	—	271
45/176	Buschdorf . .	26. 2. 46	? 6	1		—	? 8	1	? 18	20		—	—	54
45/177	Velmede (Sauerland).	6. 10. 45	?	283	?	4	?	766	?	207	?	12	1 [1])	1 273
45/178	Friesdorf . .	9. 10. 45	ca. 530	2381	?	100	? ca. 100	890	? ca. 400	323	?	35	9 [2])	5 568
45/179	Godesberg . .	14. 10. 45	?	230	?	39	?	1348	?	358	?	311	28 [3])	2 314
45/181	Buschdorf . .	3. 11. 45	?	17	?	—	?	139	?	529	?	9	—	694
45/183	Buschdorf . .	15. 11. 45	?	37	?	—	?	37	?	1 505	?	1	8 [4])	1 588
45/184	Buschdorf . .	21. 11. 45	?	324	?	44	?	517	?	1 770	?	18	12 [5])	2 685
45/182	Königswinter .	4. 11. 45	? ca. 10	20	?	—	? ca. 10	34	? ca. 10	37	?	27	—	148
45/185	Buschdorf . .	14. 3. 46	1	—	?	—	? ca. 90	105	? ca. 90	86	?	—	—	372
45/186	Friesdorf . .	20. 3. 46	57	334	?	—	? ca. 70	738	?	62	?	—	—	1 261
46/3	Bonn . . .	ca. 27. 3. 46	—	—	—	—	?	12	—	7	?	—	—	19
46/4	Buschdorf . .	29. 3. 46	—	—	—	—	—	315	ca 130	98	—	—	—	543
			> 604	4522	?	190	> 2032	8879	> 956	16 524	?	? 416	67	> 34 190
			> 5126		> 190		> 10 911		> 17 480		? 416			

[1]) 1 *Eupelmus* aff. *urozonus* Dalm. (Chalc. 4a) — [2]) 9 *Eupteromalus ?nidulans* Först. (Chalc. 29). — [3]) 12 *Eupelmus* aff. *urozonus* Dalm., 16 *Monodontomerus ?dentipes* Dalm. (Chalc. 32). — [4]) 1 ♂ *Camptoptera* sp. (Chalc. 64), 7 ♂♂ *Litus* sp. (Chalc. 65). — [5]) *Monodontomerus ?dentipes* Dalm. (Chalc. 32), 3 *Catolaccus ?ater* Ratz. (Chalc. 37), 4 *Peritampus* sp. (Chalc. 61), 3 *Panstenon assimilis* Nees (Chalc. 63), 1 *Ectroma* sp. (Chalc. 62) (siehe aber Anm. S. 335).

Tabelle 3

Hymenopteren aus Kokons

A. Ichneumoniden

	Hemiteles								*Leptocryptus brevis* Thoms. (Ichn. 8/19)	
	fulvipes Grav. (Ichn. 1)		*submarginatus* Bridg. (Ichn. 7)		*simillimus* Taschb. var. *sulcatus* (Ichn. 3/14)		*areator* Grav. (Ichn. 2)			
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
1930—1943	ca. 37000	80,4	ca. 3000	6,5	ca. 279	0,6	ca. 2100	4,6	ca. 2300	5,0
1945	? > 5608	?36,5	? > 47	?0,3	? > 1819	?11,9	? > 1118	?7,3	? > 6713	?43,6
1930—1945	? > 42608	?69,6	? > 3047	?5,0	? > 2098	? 3,4	? > 3218	?5,2	? > 9013	?14,7

B. Chalcididen

	Habrocytus				*Dibrachys cavus* Walk. (Chalc. 3)		*Tetrastichus rapo* Walk. (Chalc. 14)		*Eurytoma appendigaster* Dalm. (Chalc. 12/47)	
	poecilopus Crawf. (Chalc. 1)		cf. *eucerus* Ratz. (Chalc. 33)							
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
1930—1943	ca. 34000	25,2	> 680	>0,5	ca. 63000	46,7	ca. 35000	25,9	ca. 250	0,2
1945	> 5126	?15,0	? > 190	?0,6	> 10911	?31,9	> 17480	?51,1	? > 416	?1,2
1930–1945	> 39126	?23,1	> 870	?0,5	> 73911	?43,7	> 52480	?31,0	? > 666	?0,4

flüsse zusätzlich ausgeschaltet worden. Das besagt, daß von unserm aus dem Jahre 1945 stammenden Kokonmaterial nur etwa 20 % den ursprünglichen Wirt, d. h. *A. glomeratus* L., lieferten, daß etwa 25 % durch Ichneumoniden, etwa 30 % durch Chalcididen und etwa 25 % durch andere Ursachen ausgeschaltet wurden. Die die Kokons dezimierende Tätigkeit insektenfressender Vögel und anderer Räuber ist noch zusätzlich in Ansatz zu bringen.

Weniger stark war die *Apanteles*-Brut in einem anderen, von uns 1950 bearbeiteten Fall dezimiert. Damals erhielten wir im Februar etwa 300 Kokonhäufchen von *A. glomeratus L.* zu je 20—30—40, also zu insgesamt etwa 9000 Individuen, die am 24. Januar 1950 von Herrn Dr. G. SCHMIDT in Berlin-Wittenau gesammelt und uns freundlicherweise zur Auswertung zur Verfügung gestellt waren. Der Befund ist in Tabelle 4 niedergelegt. Er besagt, daß die Hälfte der Kokons bereits von den Insassen vor dem Eintragen, also im Spätsommer oder Herbst 1949, geräumt war und zwar zu mindestens 90 %, d. h. etwa 4000 Kokons, von *A. glomeratus*, der Rest von Hyperparasiten und zwar so gut wie ausnahmslos, also zu etwa 10 %, d. h. bei rund 500 Kokons, von Chalcididen und zwar wohl durchweg von *Dibrachys cavus* Walk. (Chalc. 3), in Einzelfällen vielleicht auch von *Habrocytus poecilopus* Crawf. (Chalc. 1) und von *Tetrastichus rapo* Walk. (Chalc. 14). Es mag sein, daß auch einzelne

von *Apanteles glomeratus* L.

Pezomachus						incerta		Summe
cf. *Heidenreichi* Hab. (Ichn. 25)		? *instabilis* Först (Ichn. 27)		? *nigritus* Först. (Ichn. 71)				
Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	
ca. 110	0,2	ca. 400	0,9	ca. 330	0,7	> 88	?0,2	(45 600)—46 000
?> 10	?0,07	—	0	?> 17	?0,11	> 17	> 0,11	> 15 350
?> 120	?0,2	ca. 400	?0,7	?> 347	?0,6	> 105	?0,2	> 61 350

Eupteromalus nidulans Först. (Chalc. 29)		*Monodontomerus* ? *dentipes* Boh. (Chalc. 32)		*Catolaccus* ? *ater* Ratz. (Chalc. 37)		*Eupelmus* aff. *urozonus* Dalm. (Chalc. 4a)		diverse et incerta		Summe
Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	
ca. 400	0,3	< 60	<0,05	ca. 120	0,1	ca. 80	0,06	> 229	?0,2	> 135 000
9	0,03	?> 17	?0,05	3	0,01	13	0,04	> 25	?0,03	> 34 190
ca. 400	0,2	ca. 77	?0,1	ca. 123	?0,1	ca. 93	?0,1	> 238	?0,14	> 169 190

Tabelle 4

Besatz des Wittenauer Kokonmaterials (K) mit Schlupfwespen (W)
(Näherungswerte)

		Apanteles glomeratus L.		*Hemiteles fulvipes* Grav.		*H. similimus sulcatus*		*Habrocytus poecilopus* Crawf.		*Dibrachys cavus* Walk.		*Tetrastichus rapo* Walk.		Insgesamt	
		K	W	K	W	K	W	K	W	K	W	K	W	K	W
Vor dem Eintragen geschlüpft . . .		4000	4000	[1])	[1])	[1])	[1])	[1])	[1])	500	750[2])	[1])	[1])	4500	4750
nach den Eintragen geschlüpft	Zahl	650	650	270	270	27	27	80	80	1600	2400[2])	350	1000[3])	3000	4400
	%	21,8	14,7	9.4	6,1	0,9	0,6	2,7	1,8	53,6	54,2	11,6	22,6	100	100
insgesamt geschlüpft .		4650	4650	270	270	27	27	80	80	2100	3150	350	1000	7500	9150
im Kokon abgestorben	Zahl	1300	1300	50	50	[1])	[1])	10	10	90	140	50	150	1500	1650
	%	86,7	78,8	3,3	3,0	—	—	0,7	0,6	6,0	8.5	3,3	9,1	100	100
Summe . . .	Zahl	5950	5950	320	320	27	27	90	90	2190	3290	400	1150	9000	10800
	%	66,2	55	3,6	3,0	0,3	0.2	1	0,8	24,4	30,4	4,5	10,6	100	100

[1]) allenfalls vereinzelt. — [2]) Stichproben ergaben durchschnittlichen Besatz der Kokons mit 1—1½—3 Individuen. — [3]) Stichproben ergaben durchschnittlichen Besatz der Kokons mit 1—3—6 Individuen.

Ichneumoniden, nämlich *Hemiteles fulvipes* Grav. (Ichn. 1) und *H. simillimus sulcatus* (Ichn. 3/14) damals schon mit ausgewandert sind, ohne daß uns deren Kokons auffielen. Die Aufzucht des restlichen Materials ergab 270 *H. fulvipes* Grav., 27 *H. simillimus sulcatus*, etwa 80 *Habrocytus poecilopus* Crawf., rund 2400 *Dibrachys cavus* Walk. und rund 1000 *Tetrastichus rapo* Walk. Etwa 650 Kokons enthielten entwicklungsfähige Altlarven von *A. glomeratus*, die aber nur zum geringen Teil aufgezogen und im übrigen als Versuchsmaterial verbraucht wurden. Aus rund 1500 Kokons, also bei 20 %, kamen keine Insassen zum Schlüpfen. Stichproben ergaben, daß sie abgestorben waren. Die im Freiland wirkenden Ursachen für solche Abgänge wurden schon auf S. 337 genannt. Sie werden auch hier wieder mitgewirkt haben. Ein gut Teil der Brut ist aber in diesem Falle erst nach dem Eintragen eingegangen. Das Material wurde nämlich aus besonderen Gründen im geheizten Laboratorium gehalten. Bei dieser Art der Aufbewahrung vertrocknet, offenbar infolge ungenügender Luftfeuchtigkeit, leicht ein Teil der Larven. Die Häutungen mißlingen häufiger als sonst, und schlüpfreife Imagines haben nicht die Kraft, ihr Verließ zu sprengen. Von Versuchen, die Luftfeuchtigkeit durch Einbringen von feuchtem Fließpapier usw. zu steigern, wurde abgesehen, weil es dabei erfahrungsgemäß leicht zu Schimmelbildung kommt. Am höchsten lagen die Abgänge bei einer Kultur (50/23), die bei durchschnittlich 21 ° in einem hermetisch geschlossenen Heraeus-Thermostaten stand. Hier kamen aus 2137 Kokons die Insassen nur in 1301 Fällen zum Schlüpfen. In gut 60 % der Kokons starben sie ab. Dabei hatte *Apanteles glomeratus* weit stärker als seine Parasiten zu leiden. Nur 162 Vollkerfe, d. h. kaum 20 %, sprengten das Puppenhaus, 721 oder über 80 % fanden vorher den Tod, und zwar 616 als Larven, davon 200 unter wohl großenteils nachträglicher Schimmelbildung, 52 als Puppen und 53 als Imagines. Bezogen auf die Gesamtzahl der beim Eintreffen noch geschlossenen Kokons stellten *A. glomeratus* 86,7 %, die Ichneumoniden 3,3 % und die Chalcididen 10 % der Abgänge. An den die Insassen entlassenden Kokons waren *A. glomeratus* nur zu 21,8 %, die Ichneumoniden zu 10,3 % und die Chalcididen zu 67,9 % beteiligt. Bezogen auf die Zahl der zum Schlüpfen gekommenen Individuen lauten die Werte für *A. glomeratus* noch ungünstiger, nämlich auf 14,7 %, bei den Ichneumoniden dagegen auf 6,7 % und bei den Chalcididen auf 78,6 % (siehe Tabelle 3).

So extrem ungünstig liegen die Verhältnisse für *A. glomeratus* in bezug auf die abiotischen Umweltbedingungen im Freiland wohl nur selten. Die Abgänge durch Parasitierung sind aber oft, ja in Deutschland fast immer, weit höher als in den beiden vorgenannten Beispielen. So wurde der Ausfall, den die Braconide bei unserm weit umfangreicheren, in den Jahren 1930—1943 zusammengetragenen, 215 000 Individuen umfassenden Material durch seine Parasiten erlitten hatte, im Gesamtdurchschnitt auf etwa 80 % berechnet. Anteilig hatten die Chalcididen 75 % und die Ichneumoniden 25 % vernichtet (BLUNCK 1944, S. 483).

Ähnlich dürften die Verhältnisse auch in anderen Fällen und nicht nur in Deutschland liegen. Ich zitiere zum Beleg eine Angabe von Györfi (1949), wonach 1932 in Ungarn (?Sopron) der Befall der *Apanteles*-Brut durch *H. fulvipes* Grav. und *Dibrachys cavus* Walk. zwar Anfang Juli nur um 20 % lag, sich aber Ende August und Anfang September auf 83,3 % gesteigert hatte.

Man darf also wohl verallgemeinern, daß durchschnittlich Jahr für Jahr mindestens die Hälfte bis $^4/_5$ der *Apanteles*-Brut noch nach Fertigung des Puppenkokons ausgeschaltet wird.

Die Abgänge durch Raubinsekten, insektenfressende Vögel und widrige abiotische Einflüsse kommen hinzu. Sie sind einzel kaum in ihrer quantitativen Auswirkung zu erfassen, eher im Gesamteffekt. Auf sie entfällt nämlich der Betrag, welcher die Abgänge durch biotische Faktoren zum Wert des normalen Vernichtungsquotienten (q) erhöht, also zu derjenigen Zahl, die angibt, welcher Anteil der Nachkommenschaft normalerweise ausgemerzt werden muß, um den Bestand auf gleicher Höhe zu halten (Bremer 1928, S. 256). Er errechnet sich durch Division des normalen Vernichtungsquotienten durch den theoretischen Vermehrungskoeffizienten und wird in Prozenten ausgedrückt nach der Formel:

$$q_c = \frac{a^c - b^c}{a^c},$$

wobei a die durchschnittliche Zahl der Nachkommen eines Weibchens, 1/b der durchschnittliche zahlenmäßige Anteil der Weibchen am Gesamtbestand der Elterntiere und c die Zahl der Generationen bedeutet. Für *A. glomeratus* wird a auf 2000 angegeben, b ist etwa = 2, und auch c dürfte in Deutschland im allgemeinen auf 2 zu schätzen sein. Der normale Vernichtungsquotient stellt sich also auf

$$\frac{(2000^2 - 2^2) \cdot 100}{2000^2} = 99{,}999999\ \%.$$

Es genügt somit, daß von je 1 000 000 Nachkommen jedes Weibchens, mit denen die Art den Jahreszyklus beginnt, 1 Individuum nach Jahresfrist überlebt, um den Bestand auf seiner Ausgangshöhe zu erhalten. Wenn bei *A. glomeratus* die Parasiten die Hälfte bis $^4/_5$ der Nachkommen ausmerzen, vernichten die übrigen Begrenzungsfaktoren somit insgesamt genähert $^1/_5$ bis die Hälfte.

Laut der oben gegebenen Übersicht (siehe auch Tabelle 1 und 2) traten 1945 und 1946 abgesehen von den in 1—7 Stücken vorgefundenen, zum Teil noch unsicheren Chalcididen somit nur Schmarotzer von *A. glomeratus* auf, die uns als solche schon früher bekannt waren (Bluncк 1944, S. 482—483). Die Artenzahl war aber geringer, und in bezug auf die Häufigkeit der einzelnen Spezies sind gewisse Verschiebungen eingetreten. Ebenso wie in dem 1944 ausgewerteten Material stellt die Gattung *Hemiteles* wieder das Hauptkontingent. Nur *Leptocryptus*

brevis Thoms. hat im Vergleich zu damals mit etwa 6713 gegen 2267 Individuen stark aufgeholt, scheint also am Rhein, dem Herkunftsgebiet des neuen Materials, besonders häufig zu sein. Unter den *Hemiteles*-Arten hielt *H. fulvipes* Grav. mit > 5608 gegen damals 37 049 Individuen weiterhin die Spitze. Auch *H. areator* (Panz.) Grav. blieb mit > 1118 gegen 2119 Individuen stark vertreten. *H. submarginatus* Bridg. trat dagegen mit ?47 gegen 3033 Individuen erheblich mehr zurück.

Überraschend in den Vordergrund schob sich eine bei uns zunächst nur unter der Kennummer Ichn. 3/14 laufende Art. Sie war 1930—1943 nur mit 285 (bei BLUNCK 1944, S. 481 mit „etwa 290" Individuen als Ichn. 3 eingesetzt) Stücken vertreten, stellte 1945/46 dagegen > 1819 Individuen. Um die Bestimmung dieser Spezies haben sich namhafte Hymenopterologen wiederholt bemüht. Auch die Herren Dr. CH. FERRIÈRE, Genf, und Dr. A. ROMAN, die uns schon so oft auf das wertvollste unterstützt haben, haben uns dabei wieder zu helfen gesucht. Völlig einwandfreie Unterbringung der Art ist aber bis heute nicht gelungen. Herr FERRIÈRE, dem mehrere Dutzend Individuen beiderlei Geschlechts vorlagen, schrieb mir noch unlängst (27. September 1949): „Die Art 3/14 ist unmöglich genau zu bestimmen." Er pflichtet aber ROMAN bei, daß das Weibchen dem *H. similliums* Taschb. nahesteht. „Mit SCHMIEDEKNECHT gelangt man in die Nähe von *H. simillimus* Taschb. und *H. taschenbergi* Schm." Das Männchen war nicht unterzubringen. Die sekundären Geschlechtsunterschiede sind bei dieser Art nämlich so tiefgreifend, daß die Zusammengehörigkeit beider uns lange nicht bewußt gewesen ist. Wir führten daher die Geschlechter unter verschiedenen Kennummern, nämlich die Männchen als Ichn. 14 = Ichn. 20 und die Weibchen als Ichn. 3. Erst unlängst gelang es, die Weibchen zur Eiablage zu bringen und die Brut aufzuziehen. Dabei stellte sich die Zusammengehörigkeit von Ichn. 14 = Ichn. 20 und Ichn. 3 heraus. Unsere Ichn. 3/14 als neue Spezies zu benennen, kann ich mich ebensowenig wie FERRIÈRE entschließen. Ich meine mit ihm, daß es sich vielleicht nur um eine Varietät bekannter Arten handelt. Auch mir scheint sie dem *H. simillimus* Taschb. am nächsten und noch näher als der *H. taschenbergi* Schmiedkn. zu stehen (siehe S. 350). Ich habe sie daher hier unter der Bezeichnung *Hemiteles simillimus* Taschb. nov. var. *sulcatus* eingeführt und nachstehend genauer beschrieben.

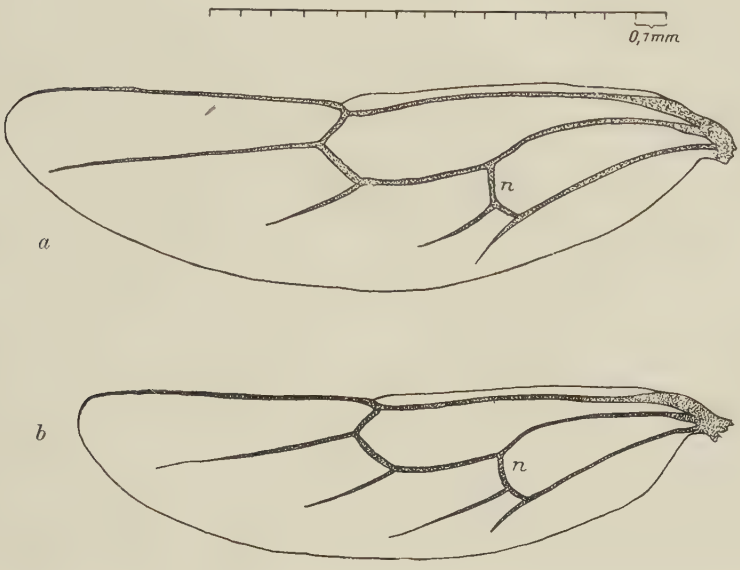
B. Morphologisches und Stellung im System

Nachstehend ist zunächst die neue Form in ihren morphologischen Eigenschaften gekennzeichnet und dann ein Vergleich zwischen ihr mit *H. simillimus* Taschb. und *H. taschenbergi* Schmiedkn. gezogen.

I. Beschreibung von *Hemiteles simillimus sulcatus*

a) Allgemeines

Caput: Kapsel schwarz. Stirn mit einer von der vorderen Ozelle zur Gesichtsmitte ziehenden, ziemlich scharf eingerissenen Längsfurche, sehr schwach



Zeitschrift für angewandte Entomologie, Band 32, Heft 3

Berichtigungszettel

Seite 347: Es muß unter Abbildung 1 **Hinterflügel** statt Vorderflügel heißen.

Abdomen: Petiolus gekörnelt, Postpetiolus andeutungsweise längsgerunzelt oder nadelrissig, am Hinterrand spiegelglatt. 2. Tergit in der vorderen Hälfte etwa so stark wie der Petiolus, 3. Tergit dort nur noch andeutungsweise chagriniert, beide hinten glatt und glänzend. Die restlichen Tergite ganz glatt, aber stärker behaart als die vorderen.

b) Besonderheiten des Männchens

Allgemeines: Verhältnismäßig dunkel gefärbt. Sehr schlank. 3,2—4 mm, verzwergt unter 3, Minimum 2,7 mm.

Caput: Nur mittelgroß.

Ozellen: Ziemlich groß, dicht zusammenstehend. Grundlinie des Stemmaticum trotzdem eher länger als der Abstand der lateralen Ozellen von den Fazettenaugen.

Fazettenaugen: Mäßig groß und ziemlich stark gewölbt. Länge : Breite etwa $1^1/_2 : 1$.

Antennen: Schwarz bis schwarzbraun. Eher dicklich als schlank (Antenne: Tibia des Hinterbeins = 2,8—**3,1**—3,5 : 1).

Flagellum: Dicht und ein wenig länger als beim Weibchen behaart. 17—22 und meist 20—21 Glieder, bei verzwergten Stücken weniger, im Extrem nur 17. Die Glieder nehmen von der Basis zur Spitze hin an Dicke ziemlich gleichmäßig ab. Die letzten nur etwa halb so dick wie die auffällig starken ersten Glieder. Intersegmentalfurchen im letzten Viertel der Geißel breit, so daß die Fühler dort leicht rollen und brechen.

1. Glied 3,5 bis 4 : 1.
2. Glied eher etwas kürzer, seltener länger als das 1. Glied und dann bis $4^1/_2$: 1.
3. Glied wie 2. Glied.
4. Glied und die folgenden allmählich relativ kürzer werdend.

Vorletztes Glied 1,6 bis 2 : 1.

Endglied $2^1/_2$ bis 3 : 1.

Mandibeln: Schwarzbraun, fast schwarz, auch an der Basis.

Palpen: Ziemlich hell, graubraun. Endglieder etwas dunkler.

Thorax: Schwarz. Ziemlich kräftig entwickelt.

Prothorax: Pronotum mit ganz kurzem Längskiel im hinteren Drittel. Daneben jederseits eine flache, rundliche Grube, diese zuweilen nur angedeutet.

Mesothorax.

Mesonotum: Kurz und mäßig dicht behaart, fein gerunzelt, wenig glänzend. — Parapsidenfurchen tief eingerissen.

Mesopleuren: Fast in ihrer ganzen Ausdehnung glatt und glänzend.

Metathorax: Horizontaler etwas länger als der hintere Teil, dieser verhältnismäßig flach abfallend.

Area superomedia: Meist etwas länger als breit — Costula in der Mitte entspringend.

Area petiolaris: Seitenleisten mäßig weit nach außen verschoben.

Beine: Ziemlich kräftig. Ungewöhnlich dunkel. Die schwarzen relativ scharf gegen die bernsteinfarbenen Partien abgesetzt (nur nicht oder doch nicht immer bei verzwergten Individuen, bei denen die Beine auch im ganzen schwärzer sind).

Coxen: Schwarz mit Ausnahme der unteren Hälfte oder doch der Spitze der Vordercoxen, seltener so auch die Mittelcoxen.

Trochanteren: Im basalen Teil mindestens bei den Hinterbeinen, oft auch bei den Mittelbeinen schwarz oder doch schwärzlich, im distalen Teil dagegen bernsteingelb bis bernsteinbraun.

Femora: Bei den Vorderbeinen in der basalen Hälfte, oft auch in der Mitte, bei den Mittelbeinen wenigstens in der Mitte schwarzbraun, seltener bei den Vorder- und bei den Mittelbeinen nur dorsal schwärzlich.

Tibien: Tief bernsteinbraun, an den Hinterbeinen außen und an der Spitze schwärzlich. Sporn der Hintertibien gut $^1/_3$ so lang wie das 1. Tarsalglied.

Tarsen: Bei allen 3 Beinpaaren schwarzbraun bis braunschwarz, letzteres besonders bei den Hinterbeinen.

Flügel.

Vorderflügel (Abb. 1 a): In der Ruhe die Hinterleibspitze wenig oder nicht überragend.

Abdomen: Fast ganz schwarz.

Petiolus: Schwarz, äußerst selten (50/23 [1]) v. 19. Februar) mit Ausnahme eines dunklen Mittelflecks rotbraun aufgehellt. Schlank, wenig gebrochen, Stigmen hinter der Mitte. 2 ziemlich deutliche Längsleisten. — Postpetiolus schmal, zuweilen wohl nur $^1/_3$ so breit wie der Hinterrand des 2. Tergits.

[1]) Zahlen in dieser Schreibweise beziehen sich hier und in der Folge auf Kotypen aus unseren Zuchten.

2. Tergit: Hinterrand fast immer, sehr selten das ganze Tergit rotbraun aufgehellt, bei Zwergen aber ganz schwarz. Etwa so lang wie hinten breit.
   Gastrocoelen: Äußerst weit vorn, fast rundlich, bernsteinbraun.
3. Tergit: Hinterrand meist, seltener fast das ganze Tergit rotbraun aufgehellt, nur bei Zwergen ganz schwarz.
4. Tergit: Schwarz, äußerst selten (50/23 v. 19. Februar) am Vorderrand rotbraun.

Parameren: Mittelgroß, hinten oben etwas abgeschrägt.

Index: [d. h. Mittel der Länge und (in Klammern) Breite von Femur III : Tibia III : Metatarsus III : Flagellum 1, 2 und 3 : Petiolus] = 1 (0,26) : 1,21 : 0,56 : 0,29/0,27/0,25 : 0,65 (0,33).

c) Besonderheiten des Weibchens

Allgemeines: Wesentlich heller gefärbt als das Männchen. 3,0—3,6 mm, verzwergt im Minimum 2,8 mm.

Caput: Eher kleiner.

Ozellen: Klein, Grundlinie des Stemmaticum nicht länger als der Abstand der lateralen Ozellen von den Fazettenaugen.

Fazettenaugen: Etwas kleiner, nämlich schmäler als beim Männchen. Länge : Breite etwa 2 : 1.

Antennen: Im wesentlichen dunkelbraun. Relativ kürzer und dicker als beim Männchen (Antenne : Tibia des Hinterbeins = 2,6—**2,8**—3,1 : 1).

Grundglied und Wendeglied: Dorsal schwärzlich angeflogen.

Flagellum: Dicht, aber äußerst kurz behaart. Mit Ausnahme der schwärzlich angeflogenen ersten Glieder dunkelbraun, nach dem Ende zu fortschreitend etwas heller. 19—22 und meist 21 oder 22 Glieder. Von der Basis bis zur Mitte dicker werdend und dann bis zum Spitzenglied gleich dick bleibend. Intersegmentalfurchen sehr schmal, Geißel daher ungewöhnlich kompakt wirkend.

1. Glied 2,6 bis 3,5 : 1.
2. Glied meist etwas länger als das 1. Glied; 3 bis 4 : 1.
3. Glied 2,6 bis 3,5 : 1.
4. Glied 1,9 bis 2,5 : 1.
5. Glied 1,7 bis 2 : 1.

Vorletztes Glied 1 : 1.

Endglied 1,5 bis 1,8 : 1.

Mandibeln: Schwarzbraun.

Palpen: Gelb, Endglieder etwas dunkler.

Thorax: Ganz oder großenteils schwarz.

Prothorax.

Pronotum: Kiel und Grubenpaar eher etwas flacher als beim Männchen.
Prosternum: Oft rotbraun aufgehellt.

Mesothorax.

Mesonotum: Etwas schwächer behaart als beim Männchen und entsprechend feiner genetzt, etwas glänzend. — Parapsidenfurchen mäßig tief eingerissen.

Mesopleuren: Oft rotbraun aufgehellt. Längsrissig, nur hinten spiegelglatt.

Metathorax: Horizontaler eher etwas kürzer als der hintere Teil, dieser sehr steil abfallend.

Area superomedia: Kaum länger als breit. — Costula etwas hinter der Mitte entspringend.

Area petiolaris: Seitenleisten sehr weit nach außen verschoben.

Beine: Ungewöhnlich kräftig und kurz, etwa wie bei *Pezomachus*. In allen Teilen ziemlich gleichmäßig warm rotbraun. Sehr selten Hintercoxen auf der Hinterseite, proximale Hälfte des Trochanters des 3. Paares und partiell der

Femur aller 3 Paare schwärzlich (vor allem bei verzwergten Stücken. Dann auch nur der Hinterrand des 2. Tergits rot und die Hintercoxen etwas schlanker).
Coxen: Hintercoxen sehr dick und kurz, der Kugelform genähert (siehe auch bei Beine).
Trochanteren: Siehe bei Beine.
Femura: Siehe bei Beine.
Tibien: Sporn der Hintertibien 1/3 so lang wie das 1. Tarsalglied.
Tarsen: Letztes Glied an der Spitze etwas gedunkelt.

Flügel: Eher noch kürzer als beim Männchen.

Abdomen: Grundfarbe schwarzbraun.

Petiolus: Schwarz, am Hinterrand und an den Seiten meist aufgehellt. Breit. Stigmen hinter der Mitte. 2 deutliche Längsleisten. — Postpetiolus sehr breit, 3mal so breit wie der Petiolus vorn. Hinterrand mehr als 1/2 so breit wie der Hinterrand des 2. Tergits.

2. Tergit: Fast immer mindestens am Hinterrand, häufig großenteils und zuweilen ganz aufgehellt zu rotbraun bis rotgelb. Etwa 1/2 so lang wie breit. Gastrocoelen: Scheinen zu fehlen.

3. Tergit: Teilweise, seltener ganz rotbraun bis rotgelb.

Ovipositoren: Schwarzbraun. Ziemlich lang und schlank, der vorstehende Teil reichlich so lang wie die Hintertibia (etwas kürzer als der halbe Hinterleib).

Index [d. h. Mittel der Länge und (in Klammern) Breite von Femur III : Tibia III : Metatarsus III : Flagellum 1, 2 und 3 : Petiolus : Ovipositoren (Valvula)] = 1 (0,26) : 1,28 : 0,59 : 0,28/0,30/0,24 : 0,79 (0,63) : 1,38.

Typen: 1. Sammlung BLUNCK, Bad Godesberg, Wendelstadtallee 4.
2. Muséum d'Histoire Naturelle, Genf, bei Dr. Ch. FERRIÈRE.
3. Museum ALEXANDER KOENIG, Bonn, Koblenzer Straße.

II. Vergleich mit *Hemiteles simillimus* Taschb. und *H. taschenbergi* Schmiedkn.

Die von TASCHENBERG (1865, S. 124—125) für seinen *Hemiteles simillimus* als Art 18 der Gattung gegebene Beschreibung lautet: „*H. simillimus* ♀ m. = H. *similis* var. 3 Gr. 795 = *aestivalis* var. 5 Gr. 809. Die Felderung des Hinterrückens ist vollständig und deutlich, indem die Leisten scharf hervortreten gegen die mäßigen Runzeln in den verschiedenen Feldern. Von der längsrissigen Oberfläche des 1., sich allmälig erweiternden Segmentes setzen sich 3 Mittelleisten deutlich ab. Segment 2 und 3 dicht, zum Theile zusammenfließend, punktirt, Kopfschild hinten nicht deutlich abgeschieden, aber mit 2 genäherten Grübchen an seiner Basis, wie das ganze Gesicht dicht und grob punktirt. Fühler fadenförmig, ihre Glieder schlank, an den Spitzen schwach geschwollen. Schwarz, Segment 2 und 3 theilweise roth, vorzüglich an den Hinterrändern, bei GRAVENHORST's var. 5 ist 2 roth mit schwarzem Mittelflecke, 3 ganz roth, wie die Hinterränder aller folgenden Glieder. Beine roth, außer den Hüften, Schienenspitzen und Tarsen der hintersten gebräunt, bisweilen auch die Wurzel aller Schenkel etwas angeräuchert; vorderste und mittlere Schenkelringe weiß. Fühler schwarzbraun, auf der Unterseite auch lichter. Palpen und Fühlerwurzel weiß. *H. similis* var. 3 kaum 3, kaum 3, 1 mill., *aestivalis* var. 5: 3,5, 3,5, 1,5 mill. Ich ziehe hierher ein Exemplar meiner Sammlung als Männchen, das in Skulptur und Färbung stimmt, nur daß das obere Mittelfeld kurz und breit (tafelförmig) erscheint, die Tuberkeln von Segment 1 und die Punkte von 2 und auch 3 kräftiger hervortreten, was wir häufig bei den Männchen im Vergleich zum anderen Geschlechte finden. — H. 5/7 — 17/8." Als besondere Kennzeichen werden an anderer Stelle der gleichen Arbeit (S. 117) hervorgehoben: „Oberes Mittelfeld des H.-rückens unten gerundet, nach oben mehr spitz (von Form eines Wappenschildes), tafelförmig (M.), alle Leisten scharf hervortretend. Fühler (W.) fadenförmig, ihre Glieder an den Spitzen schwach geschwollen."

Bei SCHMIEDEKNECHT (1904—1906, S. 840) heißt es unter Nr. 102: „*H. simillimus* Taschb. 1865 *H. simillimus* Taschenberg, Crypt. p. 124 ♀ ♂. 1829 *H. similis* var. 3 ♀ Grav., II p. 795 et *H. aestivalis* var. 5 ♀ Grav., p. 809 (secund. Taschenberg) 1897 *H. simillimus* Schmiedeknecht, l. c. p. 530 ♀ ♂.

♀ Metathorax vollständig gefeldert. Das 1. Segment längsrissig mit drei Mittelleisten. Segment 2 und 3 dicht punktiert. Fühler schlank, fadenförmig. — Schwarz, Segment 2 und 3 teilweis rot, besonders an den Hinterrändern. Beine rot. Hüften und die hintersten Schienenspitzen und Tarsen gebräunt, zuweilen auch die Basis der Schenkel. Die vorderen Trochanteren weiß. Bohrer etwas kürzer als der halbe Hinterleib. — L. 6—7 mm.

♂ Färbung und Sculptur wie beim ♀. Tuberkeln des 1. Segmentes mehr hervortretend. Segment 2 und 3 kräftiger punktiert. — Deutschland."

Für *H. taschenbergi* Schmiedekn. heißt es bei SCHMIEDEKNECHT (1904—1906, S. 840—841) unter Nr. 103:

„*H. taschenbergi* Schmiedekn. 1865 *H. Gravenhorstii* Taschenberg, Crypt. p. 132 ♂ = *H. melanarius* var. 2 Grav. p. 791. 1897 *H. taschenbergii* Schmiedeknecht, l. c. p. 511 ♂.

Durch das Hinzutreten von *Pezomachus Gravenhorstii* Rtzb. zur Gattung *Hemiteles* muß der von TASCHENBERG gegebene Name geändert werden.

♂ Kopf, Thorax und Vorderhälfte des Hinterleibs mit dichter und feiner Sculptur. Metathorax vollständig gefeldert; der abschüssige Raum senkrecht, ohne Längsleisten. Das 1. Segment dicht und verworren punktiert, mit zwei abgekürzten Längskielen, die folgenden Segmente des linearen Hinterleibes dicht punktiert, 2 und 3 etwas querrissig. — Schwarz, Hinterleib mit sehr veränderlicher roter Zeichnung, meist Segment 2 und 3 und Beine rot, die vorderen mehr gebräunt; die hintersten Beine dunkelbraun. Schienen an der Wurzel rötlich. — L. 5 mm.

Das ♀ beschreibt STROBL, l. c. p. 240: In Größe, Sculptur und Färbung mit dem ♂ übereinstimmend. Fühler lang und schlank mit roter Basalhälfte. Das 3. Segment fast ganz, das 2. an allen Rädern rot. Beine rot, nur Hinterhüften an der Basis schwarz. Das 1. Segment kurz, dreieckig, dicht verworren punktiert, stellenweise etwas längsrissig, die folgenden stark quer, dicht und fein runzlig punktiert; Bohrer kürzer als der halbe Hinterleib. Vorderflügel stark getrübt, an Basis und Spitze heller. Metathorax schwach aber vollständig gefeldert, area superomed. hinten viel breiter als vorn, so lang als hinten breit. Deutschland, Österreich."

Die Originalbeschreibung bei TASCHENBERG (Zeitschr. f. d. ges. Naturw. **XXV**, 1865, S. 132—133 n. 44 ♂) lautet:

„*H. Gravenhorstii* ♂ m = *H. melanarius* var. 2 Grav. 791. H.-rücken stark gerundet, lederartig, vollständig gefeldert mit ziemlich regelmäßigem, sechsseitigen Mittelfelde, keinen Längsleisten im senkrecht abschüssigen Theile. Segm. 1 von den Tuberkeln an parallelseitig verlaufend, so daß der Hinterstiel ein Quadrat bildet, auf seiner Oberfläche dicht, verworren punktirt, mit 2 abgekürzten Längskielen, die folgenden Segmente des linealen H.-leibes dicht punktirt, 2 und 3 etwas querrissig. Kopfschild deutlich geschieden. Schwarz, Segment 2 und 3 und die Beine roth, die vorderen mehr gelblich, außer der gebräunten Wurzel der Hüften und Oberseite der Schenkel, die hintersten dunkelbraun, mit Ausschluß der gelbrothen Hüftenspitze und äußersten Schienenwurzel. Lg. 2 m., 2,5 mill."

In der Bestimmungstabelle für *Hemiteles*-Arten beziehen sich in derselben Arbeit (S. 114—119) folgende Merkmale auf die gleiche Spezies: „Luftlöcher des H.-rückens kreisrund und meist sehr klein", „H.-rücken ziemlich kurz, sein großer abschüssiger Theil senkrecht oder fast senkrecht", „Segment 2 dicht punktirt und dadurch mehr oder weniger matt", „Thorax schwarz", „Abschüssiger Theil des H.-rückens mit Längsleisten ganz am Außenrande. H.-leib roth und schwarz", „Hüften, wie die ganzen Beine schwarz, ebenso die Fühler".

Vergleicht man die Charaktere der vorstehend beschriebenen Arten mit unserer neuen Form, so ergibt sich, daß diese sich in nicht unwesentlichen Einzelheiten der

Gestalt, der Skulptur und der Färbung sowohl von *H. simillimus* Taschb. wie von *H. taschenbergi* Schmiedkn. unterscheidet, der ersteren aber wohl relativ näher steht. Man beachte z. B. bei *H. simillimus* Taschb. die Skulptur des Kopfes, Gestalt und Farbe der Fühler, die Zahl der Längsleisten auf dem 1. Abdominalsegment, die Farbe der Beine und die Körperlänge, oder bei *H. taschenbergi* Schmiedkn. die Skulptur des Metathorax und des Hinterleibs, sowie die Körperlänge, beim Weibchen außerdem die Färbung der Fühler. Aus den auf S. 346 genannten Gründen sehen wir trotz allem vorläufig von der Aufstellung einer neuen Art ab und beschränken uns darauf, sie als Varietät anzusprechen, schreiben also *H. simillimus sulcatus*.

C. Wirte

Wir erhielten *H. simillimus sulcatus*, unserem Ausgangsmaterial entsprechend, nur aus *Apanteles glomeratus* L. Man darf aber wohl annehmen, daß sie auch bei anderen Hymenopteren parasitiert. Bis 1945 nahmen wir sogar an, daß *A. glomeratus* L. nicht zu den Hauptwirten gehört. Diese Auffassung wurde aber aufgegeben, als die Art 1945 als Schmarotzer des Braconiden in Buschdorf und Bonn in einigen Herkünften etwa ebenso häufig auftrat wie *Hemiteles fulvipes* Grav. So schlüpften in den Kulturen 45/181, 45/183 und 45/184 1642 *H. simillimus* Taschb. nov. var. *sulcatus* und 1885 *H. fulvipes* Grav.

Tabelle 5 siehe Seite 354, 355

D. Geographische Verbreitung

Die Herkunft des Materials ergibt sich aus Tabelle 1 und 5. Sie besagt, daß die Art in Deutschland in Ostpreußen (Juditten bei Königsberg), in Westpreußen (Danzig), in Schlesien (Rosenthal bei Breslau), in Sachsen (Halle), in der Mark Brandenburg (Glindow, Werder, Teltow und Lichterfelde bei Berlin), in Schleswig-Holstein (Neumünster, Bordesholm, Einfeld, Wensin, Pansdorf, Meldorf, Helse, Marne, Burg a/Fehmarn), in Hamburg (Volksdorf, Ohlsdorf, Blankenese, Harburg), in Hannover (Stade), in Hessen-Nassau (Kassel), in Nordrhein-Westfalen (Sauerland: Velmede, Buschdorf bei Bonn, Friesdorf, Godesberg, Königswinter, München-Gladbach, Aachen) und in Württemberg (Cannstadt a/N. bei Stuttgart) nachgewiesen wurde. Der Fund in der Ukraine (Kiew) zeigt aber, daß das Verbreitungsgebiet noch wesentlich weiter gezogen ist.

E. Verhalten der Volltiere

I. Allgemeines

H. simillimus sulcatus ist im Vergleich zu *Apanteles glomeratus* L. ein ziemlich lebhaftes Insekt. Die Männchen laufen schnell und fliegen gern, bei hinreichend hoher Temperatur auch im Zuchtgefäß. Die Weibchen sind etwas ruhiger und suchen häufiger und länger als die Männchen Verstecke auf, besonders an den ersten Lebenstagen. So verkrochen sie sich im Zuchtzylinder gern unter *Tradescantia*-Blättern und unter den Fließpapierscheiben, mit denen in Sonderfällen die Zuchtschalen ausgelegt waren. Auch saßen sie oft still und wie schlafend mit horizontalen

und parallel vorwärts gestreckten, der Unterlage fast aufliegenden Fühlern unter dem Gazedach der Zuchtzylinder oder in eingerollten Blättern. So konnten sie stunden-, ja tagelang verweilen, auch bei Zimmertemperatur. Sie nehmen diese Haltung also keineswegs nur nachts ein. *H. simillimus sulcatus* muß im Gegenteil nicht selten auch nachts in Bewegung sein. Das ergibt sich aus den Stunden der Eiablage (siehe S. 396). Das Tier verhält sich in dieser Beziehung also wohl ähnlich wie manche Ophioninen (Bischoff 1927, S. 63 ff.). Erwacht die Wespe, so geraten die Fühler sogleich in schwingende Bewegung. Deren Geschwindigkeit steigert sich mit zunehmender Erregung. Beim Laufen wippt auch der Hinterleib auf und ab. Andere *Hemiteles*- und *Pezomachus*-Arten verhalten sich ebenso. Faure (1926, S. 149) fühlte sich bei diesem Anblick an die Bewegungsart der Bachstelzen erinnert.

Viel Zeit verbringen beide Geschlechter mit Putzbewegungen. Sie erfolgen in der bei Hymenopteren üblichen Weise mittels der Beine. Die zu reinigenden Körperteile, vor allem die Fühler, die Flügel und der Hinterleib können dabei in abnorme Lagen geraten. Sich putzende Individuen bieten daher einen possierlichen und oft grotesken Anblick. Die Reinigung des Kopfes und der Fühler erfolgt mittels der Vorderbeine, die Mittel- und Hinterbeine putzen Rücken, Flügel und Abdomen. Die Fühler werden dabei nicht immer nur abwechselnd, wie das bei anderen Hautflüglern die Regel sein soll, sondern oft auch beide gleichzeitig vorgenommen. Das Tier zieht sie dabei zwischen Tibia- und Tarsusgelenk hindurch, wobei der Tibialsporn wie ein Kammzahn beteiligt zu sein scheint. Flügel und Rücken werden mit den Füßen abgebürstet. Dabei werden die ersteren oft seitlich herabgezogen und unter dem etwas angezogenen Hinterleib bis zur gegenseitigen Berührung zusammengebracht. Die Weibchen verwenden auch viel Mühe auf das Reinhalten der Ovipositoren, die mit den Tarsen der Hinterbeine geputzt werden. Die Beine reinigen sich durch Aneinanderreiben gegenseitig. Bei den Vorderbeinen werden aber auch die Mundwerkzeuge mit zur Hilfe genommen, die ihrererseits wieder Mund und Taster säubern. Nach gewissen Funktionen wie dem Begattungsakt bilden Putzbewegungen, vor allem das Abbürsten der Fühler, immer die erste Handlung. Weniger stark ist überraschenderweise das Reinigungsbedürfnis nach der Nahrungsaufnahme und nach dem Legeakt. Die Verhältnisse liegen in mancher Beziehung also ähnlich wie bei *Habrobracon* (Bischoff 1927, S. 548).

Wenn die Weibchen angegriffen werden, suchen sie sich mittels des Legestachels zu verteidigen. Andere *Hemiteles*-Arten verhalten sich ebenso. Martelli (1907, S. 213) beschreibt, daß *H. fulvipes* Grav., zwischen die Finger genommen, den Hinterleib einkrümmt und sich bemüht, den Stachel in das Fleisch einzutreiben, wobei das Tier aus dem After eine Substanz mit Moschusgeruch entläßt. Auch die Männchen verhalten sich so, als wenn sie stechen könnten. Zu erfolgreicher Abwehr sahen wir es aber selbst bei den Weibchen nicht kommen.

Tabelle 5
Schlüpfdaten von *Hemiteles*

Lfd. Nr.	Kultur-zeichen	Herkunft der *Apanteles*-Kokons	
		Ort	Zeit
1	G 826	Pansdorf in Holstein	15. 10. 30
2	G 827	Wensin in Holstein	15. 10. 30
3	G 838	Wensin in Holstein	24. 10. 30
4	G 962	Einfeld bei Neumünster in Holstein	24. 9. 31
5	G 991	Neumünster in Holstein	13. 11. 31
6	G 994	Hamburg/Harburg	26. 11. 31
7	G 997	Hamburg/Ohlsdorf	24. 11. 31
8	G 998	Einfeld bei Neumünster in Holstein	27. 11. 31
9	G 1001	Burg auf Fehmarn	30. 11. 31
10	G 1003	Einfeld bei Neumünster in Holstein	27. 11. 31
11	G 1006	Hamburg/Ohlsdorf	24. 11. 31
12	G 1008	Juditten bei Königsberg[1])	19. 12. 31
13	G 1022	Breslau-Rosenthal und Hundsfeld[2])	8. 1. 32
14	G 1023	Aachen[3])	9. 1. 32
15	G 1027	Cannstadt bei Stuttgart[4])	etwa 21. 1. 32
16	G 1068	Halle a. Saale (Diemitz und Zscherben)[5])	15. 3.—8. 4. 32
17	42/167	Kassel[6])	13.—16. 10. 42
18	42/172	Glindow und Werder bei Berlin[7])	13. 10. 42
19	42/173	Lichterfelde und Teltow bei Berlin[7])	15. 10. 42
20	42/223	Bordesholm in Holstein[8])	28. 10. 42
21	42/241	Praust bei Danzig[9])	Anfang Nov. 42
22	42/242 A	München-Gladbach/Waldhausen	12. 11. 42
23	42/272	Kiew i. d. Ukraine[10])	Dezember 42
24	43/130	Stade/Unterelbe[11])	Anf. u. Mitte März 43
25	45/172	Hamburg/Ohlsdorf, Hasselbrook u. Wandsbek	23. 11. 45
26	45/173	Hamburg/Volksdorf[12])	Okt. u. Nov. 45
27	45/176	Buschdorf bei Bonn[13])	26. 2. 46
28	45/177	Velmede im Sauerland[13])	6. 10. 45
29	45/178	Friesdorf bei Bonn	9., 12. u. 14. 10. 45
30	45/179	Godesberg	14. 10. 45
31	45/181	Buschdorf bei Bonn	3. 11. 45
32	45/183	Buschdorf bei Bonn[13])	15. 11. 45
33	45/184	Buschdorf bei Bonn[13])	21. 11. 45
34	45/182	Königswinter	4. 11. 45
35	46/3	Bonn[13])	März 46

[1]) Dr. A. KÖRTING, leg. — [2]) Dr. J. KREYENBERG, leg. — [3]) Dr. W. SUBKLEW, leg. suchsstation f. Pflanzenschutz, Halle, leg. — [6]) Frau ROTRAUD BACH, leg. — [7]) Dr. W. SPEYER, [11]) Frl. TRUDI SPEYER, leg. — [12]) Frl. LISSY WAGNER, mitt. — [13]) Frl. SUSANNE FARWICK, leg.

II. Sinnesleben

Unsere Beobachtungen über das Sinnesleben der Wespen ergeben kaum grundsätzlich Neues, mögen hier aber Platz finden, weil es an einschlägigen Mitteilungen über *Hemiteles*-Arten bislang fehlt. Auch in den an biologischen Details so reichen Veröffentlichungen von FAURE sucht man nach solchen vergeblich.

simillimus Taschb. var. *sulcatus*

Standort der Kultur	Schlüpfen der Vollkerfe von *H. simillimus* Taschb. var. *sulcatus* (Ichn. 3/14)		
	Zahl		Zeit
	♂	♀	
Labor Kitzeberg bei Kiel	2+?1	—	7.—11. 11. 30
Labor Kitzeberg bei Kiel	14	31	5.—18. 11. 30
bis 7. 5. 31 Labor, dann Freild. Kitzeberg	?1	—	14.—15. 5. 31
Labor Kitzeberg bei Kiel	30+?4	20+?1	27. 10.—12. 12. 31 und 29. 4. bis etwa 16. 6. 32
Labor Kitzeberg bei Kiel	4	—	7.—11. 5. 32
Freiland Kitzeberg bei Kiel	3	—	8. bis etwa 15. 5. 32
Freiland Kitzeberg bei Kiel	9	—	4.—11. 5. 32
Labor Kitzeberg bei Kiel	13	—	9. 12.—24. 12. 31 und etwa 5.—12. 5. 32
Labor Kitzeberg bei Kiel	7	—	17.-25. 12. 31 u. etwa 12. 1. 32
bis 2. 12. 31 Labor, dann Freild. Kitzeberg	11	1	5. bis etwa 15. 5. 32
Labor Kitzeberg bei Kiel	15+?3	5	25.—28. 12. 31 und 5. 1. bis etwa 19. 5. 32
Labor Kitzeberg bei Kiel	9	12	4. bis etwa 22. 1. 82
Labor Kitzeberg bei Kiel	7	5	1.—15. 2. 32
Labor Kitzeberg bei Kiel	5	—	26.—30. 1. 32
Labor Kitzeberg bei Kiel	4	4	1.—9. 2. 32
Labor Kitzeberg bei Kiel	?5	—	12.—20. 4. 32
Labor Godesberg	1	2	31. 10.—6. 11. 42
Labor Godesberg	6+?1	2	5. 11.—1. 12. 42
Labor Bonn	6	4+?2	26. 3.—11. 4. 43
Labor Bonn	8+?1	2+?1	23. 10. 42 u. 22. 3.—5. 4. 43
Labor Bonn	1	2+?2	11. 12. 42 u. 22. 3.—21. 4. 43
Labor Bonn (13.—24. 2. 43 bei — 20 bis — 24° C)	—	?2	26.—27. 3. 43
Labor Bonn	2+?1	3	18. 1.—3. 3. 43
Labor Godesberg	6	—	29.—31. 3. 43
Labor (Blankenese, Marne und Bonn)	1	—	16. 2. 43
Labor Godesberg	2	—	6. und 16. 4. 46
Labor Godesberg	6	1	21.—28. 3. 46
Labor Bonn	1	—	3. 1. 46
Labor Bonn	1	—	13. 12. 45
Labor Bonn	9	3	19. 11. 45 bis etwa 6. 1. 46
Labor Bonn	49	625	6. 12. 45—2. 2. 46
Labor Bonn	498		3. 12. 45—8. 2. 46
Labor Bonn	470		25. 11. 45—2. 2. 46
Labor Bonn	14	7	4. 12. 45—2. 1. 46
Labor Godesberg	83	49	28. 3.—19. 4. 46
	1297+?17	778+?6	

— [4]) Württ. Landesanstalt f. Pflanzenschutz, Hohenheim, leg. — [5]) Reg.-Rat Müller, Verleg. — [8]) Dr. E. Meyer, leg. — [9]) Dr. H. v. Weiss, leg. — [10]) Dr. H. Hähne, leg. —

Aus der relativen Größe der Augen darf wohl geschlossen werden, daß der Gesichtssinn zum mindesten nicht schlechter entwickelt ist als bei dem Gros der Ichneumoniden. Auch die Ozellen sind verhältnismäßig gut ausgebildet. So auffällig wie bei gewissen Hautflüglern der südlichen Breiten sind sie allerdings nicht. Im Einklang damit sah ich *H. simillimus sulcatus* auch nicht wie die südliche *Xylocopa tranquebarica* F.

und wie *Vespa doryloides* Sss. (Abb. bei BISCHOFF 1927, S. 177) zum Lampenlicht fliegen. Bei Tage strebt unsere Art im Zimmer aber stets den hellsten Stellen, also den Fenstern zu. Zu einem Urteil über die Befähigung zum Farben- und Formensehen reichen unsere Unterlagen nicht aus. Ruhende Gegenstände scheinen von der Wespe nicht erkannt zu werden, auch nicht das andere Geschlecht der eigenen Art.

Ob das wahrscheinlich von Geräuschen begleitete starke Flügelschnurren der Männchen, welches nur bei den Liebesspielen auftritt (siehe S. 379), für Vorhandensein eines Gehörsinns spricht, lasse ich dahingestellt. Schwerlich ist anzunehmen, daß das Phänomen von den Weibchen nicht wahrgenommen wird, doch dürfte das auch mittels der Tastorgane möglich sein. Man würde dann aber höchstens von pseudoakustischen Empfindungen sprechen können.

Der Tastsinn ist stark entwickelt. Hauptsitz seiner Organe sind wie gewöhnlich die Fühler, nächstdem wohl die Taster und Tarsen, beim Weibchen außerdem die Cerci und nicht zuletzt die Stachelscheiden sowie der Legestachel, beim Männchen die Parameren und die Spitze des mit Hautsinnesorganen ausgestatteten Penis. Da an den gleichen Körperstellen aber, dem Bau der Gebilde nach zu urteilen, auch Organe zur Perzeption chemischer Reize vorkommen, wird sich im Einzelfall schwer entscheiden lassen, auf welche Art von Reiz das Tier geantwortet hat. Sein Verhalten bei der Nahrungssuche und bei den Fortpflanzungsgeschäften deutet darauf hin, daß hier wie so oft Tast- und Geruchssinn Hand in Hand arbeiten. Vor allem bei dem Legeakt wird das deutlich. Stets treten bei diesem zunächst die Fühler in Funktion. Sie betrillern eifrigst den gefundenen Kokon und werden dabei knieförmig gebogen gehalten, so daß vorzüglich die ersten Antennenglieder mit dem Objekt in Berührung kommen. Fällt der Befund befriedigend aus, wird die Legeapparatur ausgeklappt und mit diesem die zum Anstich geeignete Stelle ausgesucht. Die Stachelscheiden sind dabei kaum beteiligt, nur der Legestachel übernimmt die Orientierung. Er wird mal hier, mal dort tastend aufgesetzt und dann eingebohrt. Zur Ablage des Eis kommt es aber sobald noch nicht. Das Weibchen untersucht vielmehr nun erst auf das sorgfältigste das Innere des Kokons. Es bedient sich dabei des Stachels nach Art einer elastischen Sonde. Diese wird auf das Geschickteste und in ähnlicher Weise gehandhabt, wie HASE (1924, S. 377—384) es anschaulich für die Chalcidide *Lariophagus distinguendus* Först. beschrieben hat. Über für *H. simillimus sulcatus* charakteristische Einzelheiten berichten wir auf S. 386—387.

Die wichtigste Rolle spielt auch bei diesem Hautflügler der Geruchssinn. Er hat offensichtlich vor allem in den Fühlern seinen Sitz, beim Brutgeschäft dürften aber auch durch die Spitze des Legestachels topochemische Reize vermittelt werden. Die hohe Bedeutung der Fühler als Orientierungs- und Geruchsorgane drängt sich dem Beobachter sofort auf. Sie sind, wenn das Tier wach ist, fast ununterbrochen, aber keineswegs immer in gleicher Weise, in Bewegung. Diese geht je nach dem Erregungs-

zustande des Tieres von leichtem, spielerischem Auf- und Abwippen der Organe bis zum wilden Peitschen der Luft mit beiden Geißeln.

In spielendem Pendeln befinden sich die Fühler z. B., wenn das Tier sich in einem seiner Schlupfwinkel, d. h. in einer Spalte oder Höhle sitzt und aus dieser nur witternd herausschaut. Zu peitschenden Bewegungen kommt es beim Liebesspiel. Die Männchen erhalten von der Gegenwart jungfräulicher Weibchen schon aus einiger Entfernung Kenntnis, auch dann, wenn die Tiere von ihnen nicht gesehen werden können. So gerieten potente Männchen sofort in Erregung, wenn sie in einen von solchen Weibchen bewohnten Zuchtzylinder gebracht wurden. Sie liefen dann lebhaft mit den Fühlern schlagend im Zickzack hin und her und setzten dabei oft die Flügel in schwirrende Bewegung, ohne sich vom Boden zu erheben. Alle diese Bewegungen bleiben aber ungerichtet, offenbar weil die Reize in dem mit dem Geschlechtsduft des Weibchens geschwängerten Raum von allen Seiten kommen. Erkannt wird das Weibchen erst aus nächster Entfernung. Das Männchen kann an ihm im Zwinger in 3 cm Abstand vorbeilaufen, ohne es zu bemerken. Meist wird es seiner erst gewahr, wenn es mit ihm fast unmittelbar in Berührung kommt. Flieht das Weibchen, so nimmt das Männchen die Verfolgung auf, verliert die Spur aber sofort, sobald die Spröde einen Vorsprung von mehr als 1—2 cm gewonnen hat. Offenbar versagt dann schon der Gesichtssinn, und der chemische Sinn allein kann die Verbindung nicht halten, wenn der Reiz wie im Zwinger von mehreren Seiten zugleich kommt (siehe auch S. 378).

III. Nahrung, Nahrungserwerb und Verdauung

Wie wohl alle Hymenopteren nimmt *H. simillimus sulcatus* nur flüssige bzw. verflüssigte Nahrung auf. Das Feuchtigkeitsbedürfnis ist groß. Reichliche Wasserzufuhr ist bei gefangengehaltenen Tieren also unerläßlich. Die Wespe kann bei Zimmertemperatur mindestens 1 Woche hungern, aber höchstens einige Tage dursten. Verhältnismäßig am längsten halten sich dann noch frisch dem Puppenhäuschen entstiegene Individuen. Sie zehren von der mitgebrachten Feuchtigkeit. Ältere Tiere gingen uns aber spätestens nach 2- und oft schon nach 1tägigem Dursten ein.

Die Nahrung besteht wohl zur Hauptsache und bei den Männchen praktisch ausschließlich in zuckerhaltigen Stoffen, also vermutlich vornehmlich in Blütennektar. *H. fulvipes* Grav. wurde von Martelli (1907, S. 214) auf Umbelliferenblüten gefangen. In unseren Zuchten sahen wir aber nach einigen Mißerfolgen in der Darreichung von Frühlingsblumen (Veilchen) und Bienenhonig vom Beschicken der Kulturen mit Blüten und Honig bei beiden Arten ab, als sich gezeigt hatte, daß die Tiere auch bei Verfütterung von Zucker in anderer Form auf das beste gediehen. Traubenzucker (Dextropur) erwies sich als mindestens so geeignete Nahrung wie Rohrzucker. Wir verabreichten daher in der Folge nur noch diesen und zwar zunächst in wäßriger Lösung, mit der ein Wattebausch getränkt war, dann nur noch eingetrocknet auf Watte oder in fester

Form in Gestalt eines aus den Boden des Zwingers gelegten etwa stecknadelkopfgroßen Brockens. Überraschenderweise nahmen beide Geschlechter die Nahrung in dieser Form ebenso gerne an wie im gelösten Zustand. Es ist aber anzunehmen, daß das Tier den Zucker zunächst durch Befeuchten mittels der Mundwerkzeuge in Lösung bringt.

Wie manche andere Hautflügler nimmt *H. simillimus sulcatus* wenigstens im weiblichen Geschlecht auch eiweißhaltige Nahrung auf. Das Tier macht sich diese durch Anstechen der *Apanteles*-Larve in deren Kokon zugänglich. Es geht dabei eigenartig vor, steht mit dieser Art des Nahrungserwerbs aber nicht allein. Die verwandte Art *Hemiteles fulvipes* Grav. frißt allerdings nur Kohlehydrate. Für *H. areator* (Panz.) Grav. hat FAURE (1926, S. 148—149) aber schon Blutaufnahme gemeldet, ebenso für die Ichneumonide *Pezomachus instabilis* Först. (l. c. S. 159) und für einige Chalcididen (l. c. S. 113, 126—127, 141), Angaben, die SUSANNE FARWICK (1947, S. 68) später in bezug auf die letzteren bestätigt und erweitert hat. Bei *Pimpla instigator* F. leckt auch das Männchen Blut und zwar bei *Pieris* Puppenblut, wenn es zu Stellen gelangt, wo das Weibchen dieses zum Fließen gebracht hat (BISCHOFF 1927, S. 84). Weitere einschlägige Beobachtungen liegen vor für *Dicaelotus erythrostoma* Wesm. (BISCHOFF l. c.), für *Habrobracon juglandis* Ashm. und für andere *Habrobracon*-Arten (BISCHOFF l. c.). FAURE (1926, Pl. 1, Fig. 4, Pl. 6, Fig. 58 und 59) gibt von blutsaugenden Weibchen von *Pimpla instigator* F., *H. areator* (Panz.) Grav. und *Pezomachus instabilis* Först. gute Bilder und beschreibt den Hergang anschaulich. Bei *H. simillimus sulcatus* spielt sich das Schröpfen der *Apanteles*-Larve meist in ähnlicher Weise wie in dem nachstehend geschilderten Beispiel ab.

Ein Weibchen, das zunächst in der üblichen Weise (siehe S. 386) einen Kokon belegt hatte, suchte anschließend einen weiteren auf. Es verhielt sich auf diesem anfangs ebenso wie bei den Vorbereitungen zum Legeakt. Die Beute wurde also mit den Fühlern betrillert. Dann setzte sich das Tier parallel zur Längsachse des Kokons auf diesem fest, schlug den Hinterleib nach unten und vorn ein, legte auch den Legestachel um fast 180° um und begann, ihn einzubohren. Die zunächst herabgeklappten Stachelscheiden kehrten in die Ruhelage zurück. Nachdem der Stachel fast bis zur ganzen Länge versenkt war und so einige Zeit verharrt hatte, wurde er nahezu völlig wieder aus dem Kokon herausgezogen, und nun näherte das Tier, den Vorderkörper tief neigend, die Mundpartie der Anstichstelle, bis es diese berührte. Dann gerieten auch die Mundwerkzeuge in Bewegung, und die Wespe begann Substanz aufzulecken, augenscheinlich Blut der *Apanteles*-Larve, das aus der Wunde hervorquoll. Damit verbrachte das Tier mehrere Minuten, ohne daß andere Bewegungen als die der Mundwerkzeuge sichtbar waren. FAURE (1926, S. 149 und 159) gibt an, daß die von ihm beobachteten Ichneumoniden (*H. areator* [Panz.] Grav. und *Pezomachus instabilis* Först.) das Opfer lähmen, bevor sie mit der Mahlzeit beginnen. Ich habe dergleichen nicht beobachtet, halte es aber für möglich, daß *H. simillimus sulcatus* ebenso verfährt. Ja, vielleicht er-

schöpft sich die Aufgabe der auch bei dieser Art gut ausgebildeten und meist beachtliche Sekretmengen führenden Giftdrüse (siehe Abb. 9) in dieser Aufgabe. Bei der Eiablage bedarf es nämlich der Stillegung des Opfers weniger, weil die Eier frei in dem Raum zwischen Kokonwand und Beutetier, nicht aber in dieses selbst abgelegt werden (siehe S. 391). Stetiges Fließen des Blutstroms aus der Anstichstelle im Kokon setzt aber voraus, daß die *Apanteles*-Larve still liegt. Keinesfalls hält die Wirkung der Lähmung jedoch lange vor. Wenn ich einen frisch belegten Kokon öffnete, pflegte die *Apanteles*-Larve auf Berühren mit der Nadel oft schon wieder zu reagieren.

Der Abschluß der eigentümlichen Mahlzeit vollzieht sich ziemlich formlos. Das Weibchen zieht unvermittelt den Legestachel aus dem Kokon heraus, stößt ihn wohl noch ein oder mehrere Male kurz wieder ein, verläßt aber dann die Beute meist plötzlich. Oft dehnen sich die Mahlzeiten allerdings wesentlich länger aus als in dem eben geschilderten Beispiel. Ich sah die Wespen bis zu 20 Minuten Blut lecken. Das ist möglich, weil dieses infolge Kapillarwirkung ständig nachströmt. Durch geschicktes Manövrieren mit dem Stachel bringt es das Tier nämlich schon zu Beginn der Operation dahin, daß der Körper der *Apanteles*-Larve an der Stichstelle fest gegen die Kokonwand zu liegen kommt und mit dieser infolge Gerinnens des Blutes verklebt. Dem Zug des zurückgleitenden Stachels folgend tritt dann weiteres Blut aus der Wunde durch die Kokonwand nach außen, und nunmehr sorgt das Weibchen durch seine Leck- und Saugetätigkeit dafür, daß die Nahrung im Fließen bleibt. Zur Bildung eines besonderen Saugtubus, wie ihn Faure für *Dibrachys cavus* Walk. (1926, S. 113), *Habrocytus poecilopus* Crawf. (l. c. S. 141) und für *Eurytoma appendigaster* Dalm. (l. c. S. 126—127), Susanne Farwick (1947, S. 68—69) zusätzlich für *Eupteromalus nidulans* Först. beschrieben haben und Bischoff (1927, S. 84—85) sie als bis zu 1 mm lange, wie schwarze Haare aussehende Gebilde für *Habrocytus cionicita, Habrobracon johannseni* Vier. und *H. brevicornis* Wesm. erwähnt, kommt es bei *H. simillimus sulcatus* nicht. Der Effekt ist aber der gleiche. In allen Fällen wird der Saugkanal von erstarrendem Wirtsblut gebildet, nicht etwa von besonderen Sekreten der Wespen. Faure konnte solche in keinem Fall nachweisen, und für uns gilt das gleiche. Andererseits sind die Stichstellen vielfach leicht an geronnenem Blut kenntlich, das ihnen im Innern des Kokons anhaftet und sie später oft verklebt. Zuweilen, aber relativ selten, bleibt der Körper der *Apanteles*-Larve auch nach Beendigung des Saugakts an der Kokonwand haften. Die Haut ist dann an dieser Stelle warzenhaft vorgezogen. In der Regel liegt das Opfer aber später wieder frei in seinem Gehäuse. Ja, es ist möglich, daß der Angreifer noch selber wieder am Schluß der Mahlzeit die Loslösung des *Apanteles*-Körpers von der Kokonwand bewirkt. Es fiel nämlich Susanne Farwick (1947, S. 68) auf, daß die von ihr studierten Chalcididen *Habrocytus poecilopus* Crawf. und *Eurytoma appendigaster* Dalm. die Saugstelle nach der Mahlzeit erneut mit den Stachelscheiden abtasteten und den Legesäbel nochmals in den Kokon ein-

führten, ehe sie diesen endgültig verließen. Sie konnte sich über die Bedeutung des Akts nicht klar werden und vermutet nur, daß dadurch die Wunde in der *Apanteles*-Larve wieder irgendwie geschlossen wird. Das mag der Fall sein, es ist aber auch möglich, daß durch diese Operation der Körper des Opfers wieder von der Kokonwand gelöst und passiv beweglich wird, d. h. so zu liegen kommt, wie ihn die Parasitenlarve braucht, um alle Stellen der Oberfläche kriechend erreichen zu können.

Strittig war bislang die Frage, ob die *Apanteles*-Larven die Blutabzapfung überstehen, ohne Schaden zu nehmen. SUSANNE FARWICK (1947, S. 68) nimmt das für die von ihr studierten Chalcididen an. Es heißt bei ihr: „Die A p a n t e l e s - Larve selbst läßt keinerlei Veränderungen erkennen. Sie wird auch durch mehrmaligen Entzug von Blut wahrscheinlich nicht sonderlich geschädigt." Es mag sein, daß sie allenfalls auch mal eine einmalige Blutabzapfung durch *H. simillimus sulcatus* überlebt, mehrmalige Entnahme wird ihr aber auf alle Fälle tödlich. Lebende *Apanteles*-Brut mit den typischen Symptomen des Opfers einer Blutmahlzeit kam uns nur einmal, und das auch nur in Gestalt einer einzigen Larve zu Gesicht. Diese war vom 22.—23. März 1950 mit 3 Weibchen von *H. simillimus sulcatus* zusammengewesen, und erwies sich, als der Kokon am 25. März geöffnet wurde, als belegt. Auf ihr saß nämlich eine wohl frisch geschlüpfte Junglarve. Am 4. und 5. Abdominalsegment trug sie außerdem eine Wunde mit Blutgerinnsel. Wohl infolge von Substanzverlust war der Körper hier tief eingedellt. Überraschenderweise reagierte das Tier aber noch mit schwachen Bewegungen auf mechanische Reize. Dieser Zustand blieb bis zum 1. April erhalten, während der Parasit inzwischen, ohne gehäutet zu haben, abstarb. Am 2. April ging auch die *Apanteles*-Larve ein. Alle anderen uns mit Saugwunden zu Gesicht gekommenen Larven dieser Art waren bereits tot, als ihr Kokon geöffnet wurde, und oft so stark geschrumpft, daß sie schon infolge des Blutverlustes nicht zur Weiterentwicklung hätten kommen können. Auch geringere Verwundungen wirken sich aber erfahrungsgemäß bei derlei Insektenlarven leicht letal aus. Sie pflegen bei der nächsten Häutung zu scheitern. Die Wunde kann zwar inzwischen vernarbt sein, es mißlingt aber in der Regel dort die Loslösung der alten Exuvie von der neuen Haut. So erklären wir uns auch viele Ausfälle an *Apanteles*-Brut bei unseren Zuchtversuchen mit den bei diesen parasitierenden Hymenopteren, insbesondere mit *H. simillimus sulcatus.*

Tabelle 6 siehe Seite 362, 363

Unsere Tabelle 6 gibt ein hierher gehörendes Beispiel. Die *Apanteles*-Kokons, welche als Ausgangsmaterial gedient hatten, waren im Frühjahr 1946 im Freiland eingetragen, da Material eigener Anzucht damals nicht zur Hand war. Damit ist erklärt, daß aus den Kokons auch Chalcididen geschlüpft sind. In den 14 Kulturen, bei denen Nachkommen der hinzugesetzten *Hemiteles*-Wespen erbrütet wurden, erzielten wir aus 158 Kokons außer 85 Vollkerfen von *H. simillimus sulcatus* etwa 62 *Dibrachys*

cavus Walk., etwa 8 *Tetrastichus rapo* Walk. und 41 *A. glomeratus* L. Weitere 148 Kokons entließen dagegen keine Insassen. Nicht weniger als 134 bargen tote *Apanteles*-Brut. Das Verhältnis der zum Schlüpfen gekommenen zu den im Kokon abgestorbenen Individuen betrug also etwa 1 : 3. In 9 weiteren Kulturen dieser Serie, in denen 125 Kokons von *A. glomeratus* L. auf kürzere oder längere Zeit mit 2 oder mehr Weibchen und in 6 Fällen außerdem mit Männchen von *H. simillimus sulcatus* zusammengebracht waren, kamen keine Ichneumoniden und nur 25 Braconiden zum Schlüpfen.. 48 Kokons enthielten dagegen tote *Apanteles*-Brut. Das Verhältnis der zum Schlüpfen gekommenen zu den im Kokon verendeten Insassen betrug hier also 1 : 2. Gewiß wird in beiden Fällen ein Teil der Larven schon vor dem Eintragen tot gewesen sein. Der Ausfall ist aber zu groß, als daß er damit allein erklärt werden könnte. Ein Teil muß später zusätzlich zugrunde gegangen sein, und es bleibt wohl nur die Annahme übrig, daß diese Individuen zum guten Teil ein Opfer der Blutentnahme durch *H. simillimus sulcatus* geworden sind. Daß nicht jeder Anstich von einer Eiablage begleitet ist, konnte eindeutig sichergestellt werden. Die Wespen bohren die Kokons häufiger an, als ihrem Vorrat an reifen Eiern entspricht. Infolgedessen liefert auch lange nicht jeder angestochene Kokon später eine *Hemiteles*-Wespe. So wurden in mehreren der 9 oben erwähnten, negativ ausgegangenen Infektionsversuche die Wespen wiederholt beim Anbohren von Kokons beobachtet, ohne daß es in diesen später zur Entwicklung von *Hemiteles*-Brut kam. Andererseits lieferten sie dann auch meist keine *Apanteles*-Wespen. Diese waren in der Regel, wie die Untersuchung ergab, infolge Verwundung und Blutverlust eingegangen. Zuweilen war der Kadaver innerhalb weniger Tage auf kaum die Hälfte seines ursprünglichen Volumens zusammengeschrumpft. Die Kokonwand war in einigen Fällen wie durchsiebt von Stichstellen (siehe Abb. 15). Wir zählten beispielsweise einmal 75 der für den Wespenstich charakteristischen, länglichen, 0,035 × 0,07 mm großen, zum Teil noch mit Blutgerinnsel verklebten Löcher (siehe auch S. 393). Andererseits kamen praktisch alle *Apanteles* zum Schlüpfen, wenn das Kokonmaterial dauernd dem Zugriff von *H. simillimus sulcatus* entzogen blieb und auch sonst unter optimalen Bedingungen gehalten wurde. Wir meinen also, daß *Apanteles*-Larven, die von *H. simillimus sulcatus* besogen sind, allenfalls in Ausnahmefällen ihre Entwicklung vollenden können. In der Regel dürften sie eingehen. Noch krasser drückt sich FAURE (1926, S. 149) aus. Er schreibt: „Les larves d'Apanteles ayant servi à la nutrition périssent toujours."

Daß in der Gefangenschaft ein guter Teil der mit *H. simillimus sulcatus* zusammengehaltenen *Apanteles*-Brut infolge der Blutmahlzeiten der Ichneumonide eingeht, ist also unseres Erachtens nicht zu bezweifeln. Im Freiland dürfte der Effekt grundsätzlich der gleiche sein. *H. simillimus sulcatus* ist dort allerdings zu selten, um gleichgroße Ausfälle bewirken zu zu können wie bei der Aufzucht im Zwinger. Der Wespe treten aber andere, sich ebenso ernährende Ichneumoniden und Chalcididen zur Seite.

Tabelle 6

Befunde bei Aufzucht von

Laufende Nummer	Kulturzeichen	Ausgangsmaterial: *Hemiteles simillimus* Taschb. var. *sulcatus* – Zahl der Imagines ♂	Zahl der Imagines ♀	Dauer des Zusammenseins mit *Apanteles*-Kokons: Datum	Dauer des Zusammenseins mit *Apanteles*-Kokons: Std.	Zahl d. *Apanteles*-Kokons	Befund: Art und Zahl der Insassen geräumter *Hemiteles simillimus* Taschb. var. *sulcatus*: *Apanteles glomeratus* L.	♂	♀	Schlüpfdatum	Gesamtentwicklungsdauer: Tage	Gesamtentwicklungsdauer: Temperatur in °C
1	46/7	bis zu 2 Dtzd.	reichl. 1 Dtzd.	5.—12. 4.	168	55	4	4	—	9.-10. 5.	> 27 < 35	
2	46/9	etwa 1 Dtzd.	bis zu 14	12.—18. 4.	144	42	1	19	—	9.-14. 5.	> 21 < 32	11—14,8 —19
3	46/11	9	?4	18.—19. 4.	26½	6	2	2	—	14. 5.	> 25 < 26	11—15—19
4	46/12							1	—	16. 5.	27	11—15—19
5	46/12	9	?3	19. 4.	10	21	7	2	—	17. 5.	28	11—15—19
6	46/12							—	4	18. 5.	29	11—15—19
7	46/12							—	1	19. 5.	30	11—15—19
8	46/14	8	4	19.—21. 4.	36½	20	—	1	—	16. 5.	> 25 < 27½	11—15—19
9	46/14							1	—[2]	17. 5.	> 26 < 28½	11—15—19
10	46/23							2	—	20. 5.	25	12—16—19
11	46/23	8	4	25. 4.	5½	20	4	2	—	21. 5.	26	12—16—19
12	46/23							—	4	22. 5.	27	12—16—19
13	46/24							1	—	20. 5.	ca. 25	12—16—19
14	46/24	8	4	25.—26. 4.	22½	20	4	4	—	21. 5.	ca. 26	12—16—19
15	46/24							1	1	23. 5.	ca. 28	12—16—19
16	46/25	—	2[1]	25.—26. 4.	23½	20	2	1	—	21. 5.	> 25 < 26	12—16—19
17	46/25							1	—	22. 5.	> 26 < 27	12—16—19
18	46/29							2	—	20. 5.	> 22 < 24	12—16—19
19	46/29	—	2[1]	26.—28. 4.	50½	9	—	1	—	21. 5.	> 23 < 25	12—16—19
20	46/29							1	—	23. 5.	> 24 < 26	12—16—19
21	46/30							1	—	22. 5.	24	12—16—19
22	46/30	—	2[1]	28.—29. 4.	22	18	4	3	—	23. 5.	25	12—16—19
23	46/30							1	—	24. 5.	26	12—16½—19
24	46/30							1	—	25. 5.	27	12—16½—19
25	46/31	?8	3	28.—29. 4.	19½	20	4	1	—	21. 5.	> 22 < 23	12—16—19
26	46/31							1	—	26. 5.	> 27 < 28	12—16—19
27	46/32							1	—	27. 5.	> 28 < 29	12—16—19
28	46/32	div.	3	29.—30. 4.	37½	20	3	3	—	28. 5.	> 29 < 30	12—16—19
29	46/32							1	—	1. 6.	> 33 < 34	12—16½—19
30	46/33							2	—	25. 5.	> 26 < 27	12—16—19
31	46/33	—	2[1]	29.—30. 4.	37½	20	2	1	—	27. 5.	> 28 < 29	12—16—19
32	46/33							3	—	28. 5.	> 29 < 30	12—16—19
33	46/33							1	—	30. 5.	> 31 < 32	12—16½—19
34	46/34	5	2	4—7. 5.	73	21	4	4	—	31. 5.	> 25 < 28	12—16,7 —22
35	46 34							1	3	1. 6.	> 26 < 29	12—16.7 – 22
	Summa	ca. 100	ca. 60			312	41	71	14			

[1]) unbegattet. — [2]) 18. 5. ein Ichneumonidenweibchen indet. geschlüpft.

Hemiteles cf. *simillimus* Taschb. ex ovo

bei Abschluß des Versuchs

Kokons			Art und Zahl der Insassen nicht geräumter Kokons												
			Insassen lebend					Insassen tot							
Dibrachys cavus Walk.	*Tetrastichus rapo* Walk.	Summe	*Apanteles glomeratus* L.	*H. similli-mus* Taschb. var. *sulcatus*				*Apanteles glomera-tus* L.			*H. similli-mus* Taschb. var. *sulcatus*		*Dibrachys cavus* Walk.	*Tetrasti-chus rapo* Walk.	
(Zahl der geschlüpften Individuen in Klammern)				Larve	Puppe	Imago	Summe	Larve	Puppe	Imago	Puppe	Imago	Ima-gines	Ima-gines	Summe
—	—	8	—	—	—	—	—	35	?6	6	?	—	—	—	47
—	—	20	—	—	—	—	—	15	2	1	—	4	—	—	22
—	—	4	1(?2)	—	?1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	15	—	2	—	—	2	1	1	—	—	2 ♂♂	—	—	4
—	—	3	—	—	—	—	—	16	—	—	—	1 ♂	—	—	17
—	—	12	—	—	—	1	1	1	3	—	—	3 ♂♂	—	—	7
4 (> 3)	1 (5)	16	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	4
7 (?22)	1 (?)	12	—	—	—	—	—	4	—	2	—	—	1	1	8
—	—	4	—	—	—	—	—	4	—	1	—	—	—	—	5
2 (2)	—	12	—	—	—	—	—	5	1	—	—	—	—	—	6
6 (18)	—	12	—	—	—	—	—	5	—	2	—	1	—	—	8
8 (15)	—	16	—	—	—	—	—	3	—	—	—	1 ♂	—	—	4
2 (2)	—	11	—	—	—	—	—	7	2	—	—	—	—	—	9
—	1 (3—4)	13	—	—	1	—	1	3	3	1	—	—	—	—	7
29 (> 62)	3 (> 8)	158		2	?2	1	6	103	?18	13	?	12	1	1	148

Zu der Auffassung, daß sie bei gehäuftem Auftreten auch dort schon durch die Blutmahlzeiten ihrem Wirt schwer Abbruch tun, stimmt die Erfahrung, daß bei fast allem Material, das wir im Laufe der Jahre eintrugen, ein gut Teil der Kokons taub blieb, d. h. weder *A. glomeratus* L. noch dessen Parasiten entließ. Wir führten diese Erscheinung anfangs auf Krankheiten wie Virosen, Bakteriosen und Mycosen zurück. Solche sind zweifellos begrenzend beteiligt (siehe S. 337), sie reichen zur Erklärung der Ausfälle aber allein nicht aus. Ich gebe ein Beispiel aus dem laufenden Jahr. Von 329 Kokons, die am 24. Januar 1950 von Dr. G. SCHMIDT in Berlin-Wittenau eingetragen waren und sich durch ihre Färbung als wahrscheinlich mindestens 1/2 Jahr alt, also wohl von der Frühjahrsgeneration 1949 stammend dokumentierten, waren 267 von den Insassen, und zwar meistens von *A. glomeratus* L., viele aber auch von kleinen Chalcididen, vermutlich *Dibrachys cavus* Walk. und *Tetrastichus rapo* Walk., zum geringeren Teil auch von Ichneumoniden geräumt oder von Vögeln usw. ausgeraubt, 62 aber noch gefüllt. Die Präparation der letzteren ergab, daß 53 abgestorbene und zum Teil verpilzte Larven, 5 tote Puppen und 4 tote Imagines von *A. glomeratus* L. enthielten. 6 Kokons bargen je eine kleine lebende und 1 Kokon 2 lebende Chalcididen-Puppen, die sich später als *Dibrachys cavus* Walk. erwiesen, womit übrigens wahrscheinlich gemacht ist, daß gewisse, bei *A. glomeratus* L. parasitierende Zehrwespen zu einem kleinen Prozentsatz überliegen können. Bei 16,7 % der Kokons waren alle Insassen also abgestorben. In anderen Fällen lagen die Abgänge noch wesentlich höher (siehe S. 342 und 344). Man wird schwerlich fehlgehen, wenn man sie zu einem beträchtlichen Teil auf die blutsaugende Tätigkeit der Vollkerfe parasitärer Hymenopteren zurückführt.

Diese wird aber nicht nur dem Wirt sondern oft auch der eigenen und der Brut anderer, auf Kosten von *A. glomeratus* L. lebender Parasiten gefährlich. Die besogenen Kokons werden nämlich in gleicher Weise wie die übrigen belegt. Das gilt im besonderen auch für *H. simillimus sulcatus*. Nun bilden die *Apanteles*-Larven, an denen eine Wespe gesogen hat, keineswegs für deren Brut ohne weiteres eine ungeeignete Nahrung. Auch auf ihnen kommen die Larven zum Schlüpfen, und sie können sich auch durchaus normal entwickeln, solange der Wirt nicht gar zu sehr geschröpft ist. Die Wespen fallen dann höchstens etwas kleiner aus als gewöhnlich. Versiegt die Nahrung früher, so erreichen sie wohl noch das Altlarvenstadium, kommen aber nicht mehr zur Verwandlung. Sie können in solchen Fällen noch überraschend lange, nämlich mehrere Wochen am Leben bleiben, verpuppen sich aber nicht und gehen schließlich ein. Im extremsten Fall sterben die Larven schon in einem jüngeren Stadium ab.

Es bleibt noch zu erörtern, ob die Vollkerfe von *H. simillimus sulcatus* nur fakultativ Blut saugen, oder ob sie die Eiweißnahrung nötig haben, um zur Fortpflanzung zu kommen. Für die Männchen kann diese Frage eindeutig verneint werden. Sie schlüpfen zwar mit unreifen Geschlechtsprodukten aus der Puppenhülle, die Spermatozoen reifen aber

innerhalb weniger Tage (siehe S. 373), und zwar meist schon, bevor die Tiere den *Apanteles*-Kokon verlassen, und somit bevor sie Gelegenheit hatten, Kohlenydrate aufzunehmen, geschweige denn Blut zu saugen, zu dem ihnen ja nur die Weibchen Zugang verschaffen könnten. Überdies sahen wir sie auch dann in keinem Fall sich an *Apanteles*-Kokons zu schaffen machen.

Eher ist die Vermutung berechtigt, daß die Weibchen der Blutaufnahme bedürfen, allerdings mit einer Einschränkung. Ebenso wie die Männchen verlassen diese nämlich den Kokon zwar im infantilen Zustand (siehe S. 383), die Eiproduktion beginnt aber schon vor der Nahrungsaufnahme. Ja, einige *Hemiteles*-Arten scheinen es zur vollen Entwicklung von 1—2 Dutzend Eiern bringen zu können, wenn ihnen nicht einmal Kohlehydrate gereicht werden, sondern nur Wasser vorgesetzt wird. So barg ein am 21. oder 22. Februar 1950 dem Kokon entstiegenes und dann in einer Petridoppelschale mit nasser Watte gehaltenes Weibchen von *H. fulvipes* Grav., am 23. Februar 1950 11 0,4—0,42 mm große, also fast ausgewachsene Eier. Bei einem 2. Weibchen der gleichen Art, das am 21. Februar 1950 geschlüpft war und ebenso, aber zusammen mit 3 Männchen gehalten wurde, fanden wir, als es am 1. März einging, in den Ovarien 21 ausgewachsene Eier, in jeder der 12 Ovariolen also 1—2.

H. simillimus sulcatus verhält sich anders. Bei dieser Art produzierte das Weibchen selbst dann, wenn ihm außer Wasser reichlich Zucker gereicht wurde, nur wenige Eier. So enthielt ein am 25. April geschlüpftes nicht mit *Apanteles*-Kokons zusammen gewesenes aber ständig mit Zuckerwasser gefüttertes Weibchen, als es am 2. Mai zur Sektion kam, 6 fertige und mehrere noch im Wachsen begriffene Eier. Ein 2., am 16. April 1950 geschlüpftes und seither in einer Petrischale mit nasser Watte und Dextropur gehaltenes Weibchen, das am 25. April begattet war und anschließend seziert wurde, führte 4 ausgewachsene Eier. Zwei weitere, am 23. bzw. 24. März 1950 geschlüpfte Weibchen, die bis zum 29. März 1950 zusammen mit Männchen in einer Petridoppelschale und hinfort von dem anderen Geschlecht getrennt im Zuchtzylinder mit Wasser und Zucker aber ohne Legemöglichkeit gehalten wurden, lebten bis zum 5. bzw. 6. Mai, also rund 6 Wochen. Sie bargen dann nur 3 bzw. 4 Eier. Die restlichen Ovariolen waren dotterfrei. Wenn die Tiere nicht inzwischen schon Eier frei im Zuchtzylinder abgesetzt hatten, was ich nie beobachtete, waren also höchstens 5 % der Keime zur Entwicklung gekommen, wie dann, wenn die Weibchen Gelegenheit haben, Blut aufzunehmen (siehe S. 383 ff.). *H. simillimus sulcatus* kann also bei reiner Kohlehydratnahrung an sich Eier produzieren, deren Zahl bleibt aber weit unter der Norm. Sie steigt erst an, wenn Gelegenheit zur Aufnahme von Eiweiß, d. h. zu Blutmahlzeiten, gegeben ist.

Überraschenderweise kommt dagegen *H. fulvipes* Grav. ohne Eiweißzufuhr aus. Wir sahen die Weibchen nie Blut aufnehmen und trotzdem zahlreiche Eier produzieren, sofern ihnen genügend Zuckernahrung geboten wurde. So fanden wir im Abdomen von 7 in Petrischalen mit

Rohrzuckerwasser gehaltenen, 7 Tage alten Weibchen 14, 16, 24, 29, 30, 33 und 34 völlig ausgewachsene, d. h. 0,45—0,52 mm lange Eier. So tiefgreifende Unterschiede in der Ernährungsweise zweier nahe miteinander verwandter Spezies sind natürlich höchst auffällig und müssen tiefere Ursachen haben. Wir glauben, diese andeuten zu können. Es bedarf dazu vorweg einer Schilderung unserer Befunde beim Studium des Verdauungstraktus und des Corpus adiposum dieser Wespen.

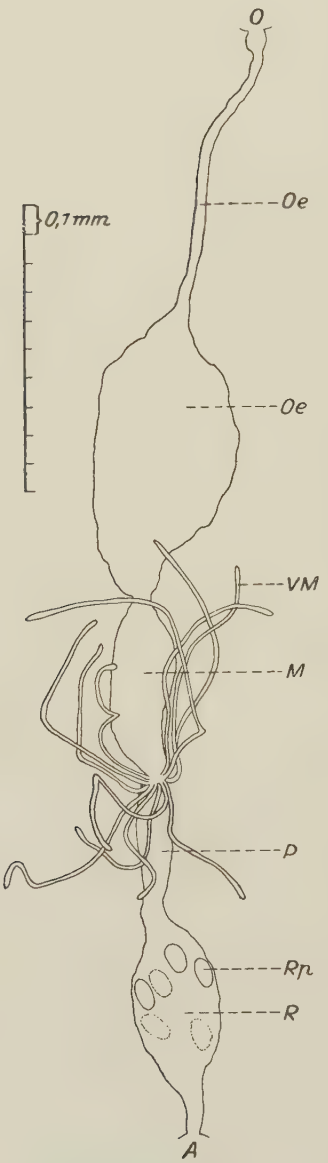


Abb. 2. *Hemiteles fulvipes* Grav. Darmtraktus eines älteren Weibchens (59 Tage). O = Mund, Oe = Oesophagus, VM = Vasa Malpighi, M = Mesenteron, P = Proctodaeum, R = Rectum, Rp = Rektalpapille, A = Anus

Vom Bau des Darmtraktus gibt Abb. 2 eine Vorstellung. Soweit nur die groben morphologischen Verhältnisse in Frage kommen, gilt sie für beide Spezies, also für *H. simillimus sulcatus* und *H. fulvipes* Grav. gemeinsam.

Der Pharynx scheint keine Besonderheiten zu bieten.

Der Oesophagus (Oe) ist ein dünnwandiger, bis weit in das Abdomen reichender Schlauch mit chitinöser, farbloser, meist stark gefalteter Wandung, die aber der Muskulatur nicht entbehrt und starker peristaltischer Bewegungen fähig ist. Im gefüllten Zustand erscheint er in seinem hinteren Abschnitt sackartig aufgebläht, drängt dann die übrigen Darmabschnitte und selbst die Genitalorgane auf engem Raum zusammen und treibt darüber hinaus den Hinterleib bis zu völliger Entschachtelung der Segmente auf. Das ist vor allem nach ausgiebigen Zuckermahlzeiten der Fall. Die Zuckerlösung häuft sich im Oesophagus als wasserklare Flüssigkeit, die nach Aufreißen der Wandung beim Ausfließen in Wasser Schlieren bildet. Nach Blutmahlzeiten hat der Kropfinhalt bei *H. simillimus sulcatus* schwach gelbliche Färbung. Bei alten Tieren enthält der Kropf zuweilen auch breiartige oder gar halbfeste, weiße oder bräunliche Massen, bei denen es sich offenbar um unvollständig verarbeitete eingedickte Reste handelt. Normalerweise verändert sich die Nahrung im Oesophagus nur wenig. Dieser dient wohl vornehmlich als Speicherorgan. Er gibt seine Füllung langsam in kleinen Portionen an den Mitteldarm weiter. Die Dosierung übernimmt dabei ein Ventiltrichter, der in ähnlicher Weise wie bei

Vespa crabro (siehe Abb. 39 bei BISCHOFF 1927, S. 77) in den sich vor seinem Ausgang stark verengenden Kropf vorspringt und schluckende Bewegungen ausführt. Diese lassen sich durch Sezieren von Individuen, die gerade eine Mahlzeit hinter sich haben, sichtbar machen.

Der verhältnismäßig kurze Mitteldarm (M) ist auffällig gelb gefärbt, wenigstens bei jungen Tieren. Bei älteren Individuen verblaßt die Farbe allmählich. Am längsten hält sie sich in der hinteren Hälfte. Damit ist bereits gesagt, daß die gelbe Tönung nicht von dem Mageninhalt herrührt, sondern Eigenfarbe der drüsenreichen und dicken Wandung ist. Deren Struktur deutet wie immer auf sekretorische Funktion, doch mag dieser Darmabschnitt auch stark an der Resorption beteiligt sein. Jeweilig werden in ihm nur kleine Portionen des Nahrungsbreies verarbeitet. Er nimmt also laufend nur kleine Mengen auf und scheint kontinuierlich kleine Portionen in den Enddarm weiterzuleiten. Gar nicht so selten gleiten aber auch aus letzterem halbfeste Massen in den Chylusdarm zurück. Das gleiche gilt für die Exkrete der Vasa Malpighi. Dementsprechend enthält dann der Magen zuweilen auch dunkelbraune bzw. kreideweiße Massen.

Die auf der Grenze von Mittel- und Enddarm mündenden Malpighischen Gefäße (VM) sind in der 12-Zahl ausgebildet und, wie Abb. 2 veranschaulicht, verhältnismäßig kurz. Sie scheinen sich stets in schlängelnder Bewegung zu befinden und gewähren besonders bei in physiologischer Kochsalzlösung sezierten Tieren ein fesselndes Bild.

Der Enddarm (P) bildet unmittelbar hinter dem Chylusmagen eine aufwärts strebende Schlinge, so daß der Darm von hier aus im Unterschied zu seinen vorderen Abschnitten dorsal verläuft. Er ist wie immer in Ileum und Rektum (R) gegliedert. Er dient, der Struktur der Wandung nach zu urteilen, wohl wenigstens im Anfangsteil auch noch der Resorption und im übrigen der Ableitung der verdauten Substanzen, also der Kot- und Harnmassen, die sich in der stark dehnbaren Rektalampulle noch einige Zeit speichern können. Frisch der Puppenhaut entschlüpfte Wespen führen im Enddarm oft sehr beträchtliche Mengen von Faeces. In einem Falle fanden wir die Ampulle zu einer Kugel von 0,6 mm Durchmesser aufgetrieben. Der zuerst von der Imago abgestoßene Kot ist kreideweiß und dickflüssig. Er sinkt beim Eindringen in Wasser schnell zu Boden und zerteilt sich dort in kleinste Körnchen, die sich leicht in Salpetersäure lösen. Es dürfte sich zum guten Teil um Exkrete der Vasa Malpighi, also um harnartige Substanzen handeln, die während des Puppenlebens in den hinteren Darmabschnitten gespeichert und nach dem Schlüpfen der Imago auf einmal entleert werden. Die später produzierten Kotmassen sind schmutzigbraun und zur Hauptsache ebenfalls flüssig, doch schwimmen in ihnen oft feste Konkremente.

Die Rektalpapillen (Rp) sind in der 6-Zahl ausgebildet. Sie erscheinen als ovale, der Ampulle kissenartig aufliegende weiße Knötchen von 0,07 × 0,05 mm Durchmesser und sind von vielen Tracheen durchsponnen. Bei alten Tieren dunkeln sie oft aber nicht immer nach braun oder olivbraun

zu und heben sich dann aus ihrer Umgebung kräftig ab, eine Beobachtung, die ich allerdings bislang nur für *H. fulvipes* Grav. belegen kann. Die funktionelle Deutung der bei den Insekten so weitverbreiteten Rektalpapillen ist bekanntlich strittig, die alte Auffassung, daß es sich bei ihnen um Drüsen handelt, heute aber wohl allgemein verlassen. Mit WEBER (1933, S. 411) sind wir der Meinung, daß die von WIGGLESWORTH geäußerte Vermutung, diese Organe dienen der Wasserresorption und damit der Regulierung des Wasserhaushalts des Körpers, relativ am meisten für sich hat. Oxydationsprozesse mögen dabei mitsprechen.

Der After (A) liegt streng dorsal zwischen 2 kurzen, mit Tasthaaren besetzten Cerci und kann etwas vorgestülpt werden.

Soweit die assimilierten Nährwerte nicht sogleich wieder für den Betriebsstoffwechsel verbraucht werden, werden sie im Corpus adiposum gestapelt. Bei diesem ist ein parietale Schicht im Abdomen

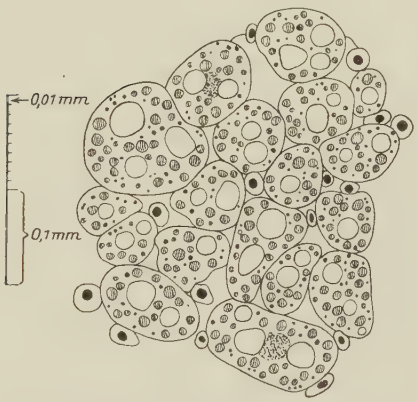


Abb. 3. *Hemiteles simillimus sulcatus.* Imago, Weibchen (1 Tag alt). Corpus adiposum, parietales Blatt. Fettzellen (mit Fetttröpfchen usw.) und kleine, großkernige Begleitzellen

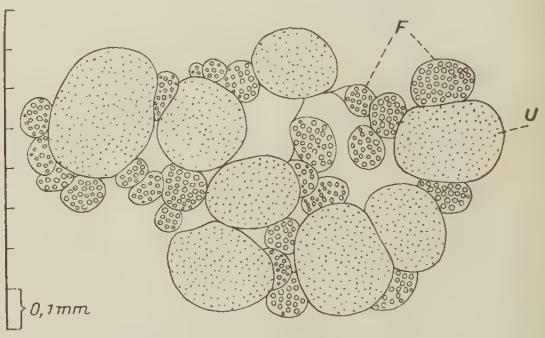


Abb. 4. *Hemiteles fulvipes* Grav. Imago (vor höchstens 12 Stunden geschlüpft). Corpus adiposum, viscerales Blatt. F = Fettzellen, U = Uratzellen

flächenartig ausgebreitet und nur eine Zellenlage stark, aber in sich geschlossen (Abb. 3), eine viscerale dagegen in einzelne Lappen aufgelöst, die untereinander meist nur lose mittels Bindegewebsfäden in Verbindung stehen (Abb. 4) [1]). Sie sind zum Teil nur so locker gebunden, daß sie fast frei in der Leibeshöhle zu flottieren scheinen. Die Mehrzahl dieser verselbständigten Lappen besteht nur aus wenigen, d. h. bis etwa zu 1 Dutzend großen, bis 0,2 mm im Durchmesser haltenden, von Haus aus rundlichen, aber an den Berührungsflächen abgeflachten Fettzellen. Bei letzteren lassen sich 2 Gruppen unterscheiden, nämlich normale Fettzellen und solche, die wir nachstehend mit Vorbehalt als „Uratzellen" bezeichnen.

Die normalen Fettzellen (Abb. 4, F) sind durch Farblosigkeit und durch den Einschluß zahlreicher kugeliger, stark lichtbrechender

[1]) Einen modernen Überblick über Bau und Funktion des Corpus adiposum bei den Insekten mit besonderer Berücksichtigung der Hymenopteren gibt PARDI (1939, S. 87—288). Dort auch eine Zusammenstellung der gesamten einschlägigen Literatur.

Tröpfchen von unterschiedlicher, durchschnittlich aber 0,005—0,01 mm Größe charakterisiert. Oft treten die wohl in erster Linie als Fette anzusprechenden Tröpfchen so gehäuft auf, daß sie bei Untersuchung am lebenden Objekt die Zelle fast restlos zu erfüllen scheinen. Von Kernen, Granula usw. ist dann nichts zu bemerken. Bei jugendlichen Tieren sind den Fettzellen kleinere, blasse, großkernige Zellen, die derartiger Einlagerungen entbehren, zwischengelagert (siehe Abb. 3). Deren Natur ist uns unbekannt geblieben. Schon in den ersten Tagen nach dem Schlüpfen der Wespen erfahren die Fettzellen eine starke Reduktion. Bei einem Männchen von *H. fulvipes* Grav. waren sie bereits nach 4 Tagen so stark rückgebildet, daß ihr Nachweis nicht mehr gelang. Bei alten Tieren beiderlei Geschlechts suchten wir sie stets vergeblich. Dünne, bindegewebige Stränge scheinen das einzige zu sein, was von ihnen nachbleibt. Selbst bei gut ernährten Exemplaren scheint der Fettkörper mit der Zeit fast ganz aufgezehrt zu werden.

Die hier Uratzellen genannten Gebilde (siehe Abb. 4 und 5, U) sind als kreideweiße Gebilde zwischen die Fettzellen eingesprengt und oft noch größer als diese. Ihr Durchmesser schwankt stark und dürfte im allgemeinen um 0,1 liegen oder sich zwischen 0,06 und 0,26 mm bewegen, auch noch größere mögen aber vorkommen. Meist liegen 1—2 Uratzellen zentral zwischen einigen Fettzellen, die ihnen dann kappenförmig aufsitzen. Es kommen dabei Konfigurationen zustande, die bei Betrachtung im auffallenden Licht an die Pollenkörner gewisser Coniferen, etwa an die von *Abies pectinata* erinnern. Die Uratzellen entsprechen dann den eigentlichen Pollenzellen, die ihnen aufsitzenden Fettzellen, die bei dieser Beleuchtung wie Luftbläschen erscheinen, den blasigen Auftreibungen der Exine. Ihr Inhalt besteht fast ganz aus sehr kleinen, d. h. kaum 1 µ bis höchstens 8 µ großen, stark lichtbrechenden Granula, die ihnen die leuchtendweiße Farbe verleihen. Der Zellkern ist bei reifen Uratzellen nur schwer auszumachen, leichter dagegen, wenn diese Organe noch in der Entwicklung begriffen sind, also bei Larven und Puppen. Er erscheint dann als helles Bläschen und ist auffällig groß. Der Kern einer Uratzelle aus einer Puppe hatte einen Durchmesser von 55 µ.

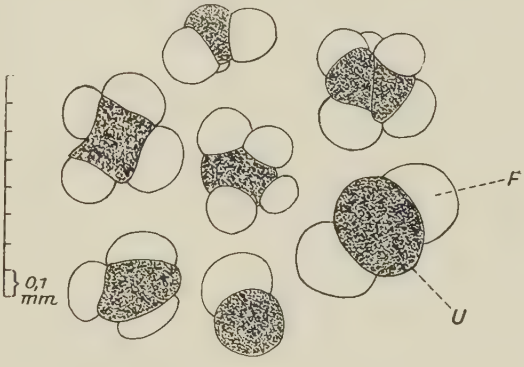


Abb. 5. *Hemiteles fulvipes* Grav.
Imago, Weibchen (vor 24 Stunden geschlüpft). Corpus adiposum.
U = Uratzellen umgeben von F = Fettzellen

Fettzellen und Uratzellen lassen sich schon bei jungen Larven nachweisen. Die Uratzellen sind dann aber wesentlich kleiner als bei der Imago und nicht in der Grundform kugelig, sondern meist länglich gestreckt, der Zellkern ist als helles Bläschen sichtbar. Er liegt meist nicht zentral, sondern

dem einen Pol der Zelle genähert. Infolge ihrer kreideweißen Farbe fallen die Uratzellen dem Beobachter schon am lebenden Objekt auf, am stärksten natürlich an den Stellen, an denen die Cuticula am schwächsten entwickelt und nicht pigmentiert ist. Am eindrucksvollsten ist das Bild bei Altlarven, so lange diese den rötlichbraunen Darminhalt noch nicht entleert haben. Sie erscheinen dann sowohl auf der Bauch- wie auf der Rückenseite des Tieres als mit bloßem Auge sichtbare weiße Flecke, die dorsal beiderseits der Mittellinie zu einem mehr oder minder ausgeprägten Längsstrang zusammentreten (Abb. 6). Auch bei den Wespen bilden sie aber eine auffällige Erscheinung, wenigstens bei jungen Individuen, bei denen sie leicht durch die farblosen Teile der Bauchwand hindurch sichtbar sind. Ihre Zahl schwankt. Wir zählten bei jungen Wespen wohl immer mehrere Dutzend und in einem Fall als Extrem bei einem 4 Tage alten Männchen von *H. simillimus sulcatus* 85. Werden die Tiere älter, so nehmen die Uratzellen an Größe und Zahl allmählich ab. In 4 unter 14 Fällen waren sie schon nach 3 Tagen nicht mehr nachweisbar. Bei ganz alten, d. h. mehr als 4 Wochen alten Weibchen von Ichn. 1 war in einem Fall eine große Zelle solcher Art erhalten geblieben. Diese Befunde sind nicht auffällig. Auch die als Uratzellen bezeichneten Organe anderer Insekten schwinden frühzeitig dahin, ja, meistens schon während der Metamorphose. Nur bei einigen Hymenopteren sind sie bezeichnenderweise im Vollkerf noch nachgewiesen, so nach PARDI (1939, S. 226) von PÉREZ (1902) bei *Formica* und von SEMICHON (1905) auch bei einigen anderen Hautflüglern.

Abb. 6. *Hemiteles simillimus sulcatus*. Altlarve, mit weiß durchschimmernden Uratzellen. 13 mal vergrößert. Fot. Hildg. Schneiders

Des öfteren stießen wir auf Zellen, die eine Mittelstellung zwischen normalen Fettzellen und den sogenannten Uratzellen einnahmen, d. h. auf solche, die Fettkügelchen und zugleich Granula führten. In diesem Zusammenhang verdient Interesse, daß manche Autoren (ANGLAS, PÉREZ, JANET und NELSON; nach PARDI, 1939, S. 226) die Uratzellen als umgewandelte Fettzellen auffassen.

Die eigentlichen Fettzellen werden funktionell allgemein als Speicherorgane für Reservestoffe gedeutet. Manches spricht aber dafür, daß auch die Uratzellen Nährstoffe enthalten. Wenn wir sie hier den so bezeichneten Organen mit Vorbehalt gleichgestellt und damit versuchsweise mit den von FABRE bei Hymenopteren entdeckten, später aber auch bei anderen Insekten nachgewiesenen, Endprodukte des Stoffwechsels speichernden Elementen homologisiert haben, so verlockten dazu Lage und Struktur. Es ist aber auch möglich, daß sie nicht nur Urate oder sonstige Abbauprodukte enthalten, die während der Metamorphose anderweitig keinen Platz finden.

Für ihren Charakter als Speichernieren mag immerhin sprechen, daß die Granula rein optisch den Exkreten der Vasa Malpighi gleichen. Kristallinische Struktur der Einschlüsse konnten wir aber nicht nachweisen. Auch nahmen wir keine mikrochemische Analyse vor, denn die Feststellung, daß sowohl die Granula der Uratzellen wie die Exkrete der Vasa Malpighi auf die Xanthoproteinprobe negativ antworten, sich nämlich in kalter, rauchender Salpetersäure leicht restlos lösen, und daß das Millonsche Reagenz bei den Uratzellen versagte, besagt natürlich wenig. Viel Eiweiß enthalten diese Gebilde aber jedenfalls nicht. Aus ihrem allmählichen und schließlich restlosen Abbau im Leben der Imago lassen sich auch kaum Schlüsse ziehen.

Auf das Corpus adiposum und die als Uratzellen bezeichneten Gebilde sind wir hier bei Behandlung der Ernährungsverhältnisse eingegangen, weil wir bei ihrem Studium auf eine Erscheinung stießen, die in auffälliger Parallele zu dem Umstand steht, daß die Weibchen von *H. simillimus sulcatus* regelmäßig Blutmahlzeiten zu sich nehmen, die Weibchen von *H. fulvipes* Grav. dagegen nicht. Fast immer fanden wir nämlich die Uratzellen bei den Weibchen der letzteren Art mit stäbchenförmigen Mikroorganismen besetzt, die der Weibchen von *H. simillimus sulcatus* dagegen, abgesehen von einer zweifelhaft gebliebenen Ausnahme nicht. Es handelt sich um Sporen von Mikrosporidien, die wir an anderer Stelle beschreiben wollen.

IV. Geschlechtsleben und Fortpflanzung

a) Zahlenverhältnis der Geschlechter

Über das zahlenmäßige Verhältnis der Geschlechter von *H. simillimus sulcatus* ein klares Bild zu gewinnen, ist schwierig. Freilandbeobachtungen allein geben darüber ebensowenig wie bei anderen Ichneumoniden zuverlässig Aufschluß. Die ungleichartige Lebensweise, vor allem die verschiedene Art der Ernährung und das Streben der Weibchen nach Brutmaterial kann zu Unterschieden im Aufenthaltsort führen. Ein etwas früheres Schlüpfdatum der Männchen einerseits und ihre kürzere Lebensdauer andererseits (siehe S. 400) müssen zunächst eine zeitweilige Häufung der ersteren und später deren früheres Seltenwerden zur Folge haben. Auch die versteckte Lebensweise der Weibchen (siehe S. 352) kann ein numerisches Vorherrschen der Männchen vortäuschen. Bischoff (1927, S. 472) meint daher mit Recht, daß sich bei Hymenopteren in dieser Frage nur durch die Zucht einigermaßen sichere Schlüsse gewinnen lassen. Bei *H. simillimus sulcatus* führt aber auch dieser Weg nicht zum Ziel, da es bei gefangenen Tieren nicht immer zur Copula kommt und auch die unbegatteten Weibchen sich fortpflanzen können, dann aber nur männliche Nachkommen liefern (siehe S. 397). Nun kann es natürlich auch im Freiland zur Pathenogenese kommen, diese dürfte dort aber seltener sein als bei eingezwingertem Material. Die Zahl der Nachkommen unserer begatteten Weibchen war zu gering, als daß wir berechtigt wären, aus dem

dabei beobachteten Verhältnis der Geschlechter allgemeine Folgerungen abzuleiten. Immerhin gibt zu denken, daß dabei die Männchen überwogen. Vor allem gilt aber das gleiche für das bei der Aufzucht der Wespen aus im Freiland eingetragenen parasitierten Kokons von *A. glomeratus* L. gewonnene Material. Letzteres lieferte bis 1944 182 Männchen und 113 Weibchen. Das reiche, aus dem Herbst 1945 stammende Material erbrachte aus Buschdorf 1017 Männchen und 625 Weibchen, aus Königswinter 14 Männchen und 7 Weibchen und aus Bonn 83 Männchen und 49 Weibchen (siehe Tabelle 1). Alles in allem wurden 1945/46 1114 Männchen und 681 Weibchen erbeutet. Die im Frühjahr 1950 aus Berlin-Wittenau eingelieferten Kokons erbrachten 15 Männchen und 12 Weibchen. Insgesamt wurden von uns also aus im Freiland parasitierten Kokonmaterial von *A. glomeratus* L. 1311 Männchen und 806 Weibchen aufgezogen. Man wird also wohl mit einiger Wahrscheinlichkeit folgern dürfen, daß bei *H. simillimus sulcatus* die Männchen im allgemeinen zahlreicher sind als die Weibchen und zu ihnen etwa im Verhältnis 5:3 stehen.

b) Genitalapparat des Männchens

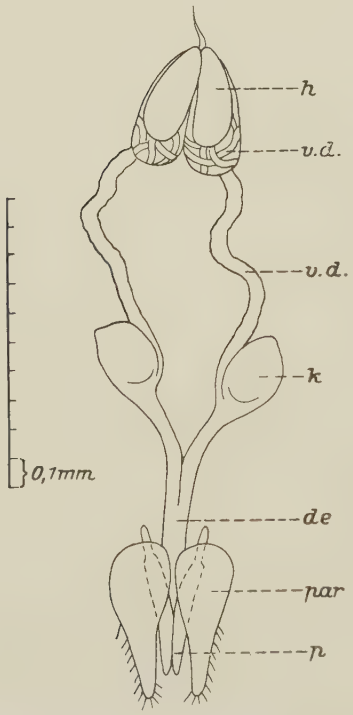


Abb. 7. *Hemiteles simillimus sulcatus.* Imago, Männchen (vor 3 Tagen geschlüpft). Genitalapparat. h = Hoden, v. d. = vas deferens, k = Kittdrüsen, de = ductus ejaculatorius, par = Parameren, p = Penis

Der männliche Apparat ist verhältnismäßig einfach gebaut. Die beiden birnen- und mandelförmigen Hoden (h in Abb. 7) liegen eng aneinandergepreßt. Jeder Hoden stellt ein so fest in sich geschlossenes Gebilde dar, daß uns nicht gelang, einzelne Follikel bei ihm nachzuweisen, es mag aber sein, daß ebenso wie bei anderen Hymenopteren aus der gleichen Verwandtschaft deren einige vorhanden sind. Die Möglichkeit, daß sie alle bis auf einen geschwunden sind und dieser die Gesamtleistung übernommen hat, ist aber wohl auch nicht von der Hand zu weisen. Die Vasa deferentia (v. d.) sind in ihrem Anfangsteil aufgeknäuelt und jedes Knäuel bildet einen Napf, in den der zugeordnete Hoden mit seiner Basis eintaucht. Ein dickes, gelbes, wohl als Nährgewebe aufzufassendes Scrotum schließt wie bei vielen anderen Hymenopteren die beiden Hoden zu einer oblongen Einheit von etwa 0,2 × 0,4 mm Durchmesser zusammen, in die auch der aufgewickelte Teil der Vasa deferentia mit einbezogen ist. Das Scrotum begleitet diese aber auch in ihrem nicht geknäuelten Teil, der beim lebenden Tier, wenn wir unsere Beobachtungen bei *Hemiteles fulvipes* Grav. auch auf *H. simillimus sulcatus* beziehen dürfen, lebhaft schlängelnde Bewegungen ausführen kann. Öffnet man die Hülle, so lassen sich die Vasa deferentia zu Schläuchen von mindestens je 2 mm Länge auswickeln. Davon entfällt höchstens die Hälfte auf den freien, der Rest auf den in situ geknäuelten Teil. Bevor die beiden Vasa deferentia sich vereinigen, sind ihnen die

in der Abbildung mit k bezeichneten sackförmigen Gebilde von knapp 0,2 mm Durchmesser angelagert. Diese haben drüsige Struktur und sind bei potenten Individuen in ihrem basalen Abschnitt von einem farblosen, gummiartigen Sekret erfüllt. Bei stärkerem Druck tritt aus ihnen später noch eine durchaus andersartige Masse aus, über deren Natur wir keine Klarheit gewonnen haben. Sie besteht aus vielen sehr kleinen, stark lichtbrechenden Elementen, die in ihrer Gesamtheit ein auf den Ausgang zu gerichtetes Strahlenbündel bilden und dem ganzen Organ dessen weiße Farbe verleihen. Im weiteren Verlauf sind die Ausführgänge der Geschlechtsprodukte nicht mehr gelbwandig sondern weißlich. Sie legen sich in ihrem Endabschnitt fest aneinander und verschmelzen schließlich zu einem kurzen Ductus ejaculatorius (de), der in den Copulationsapparat mündet. Dieser besteht aus Penis (p) und Parameren (par). Der Penis wird von 2 schwach S-förmig gekrümmten, an der Spitze mit kleinen Hautsinnesorganen besetzten Chitinspangen (siehe Abb. 8) gebildet. Beide Spangen konvergieren und sind in ihrem distalen Abschnitt miteinander verschmolzen. Eine häutige Decke scheint den Penis wenigstens in seinen basalen Teilen zur Röhre zu vervollständigen. Die kurzen, schalenförmigen, in der distalen Hälfte mit ziemlich langen Haaren besetzten Parameren umschließen das männliche Organ von beiden Seiten.

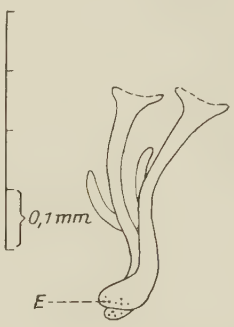


Abb. 8.
Hemiteles fulvipes Grav.
Penis,
schräg von der Seite gesehen

Von der Aufgabe und Leistungsfolge der Organe gewann ich folgendes Bild: die Spermiogenese ist zwar nicht schon beim Schlüpfen der Männchen aus der Puppe aber, wenn sie die Puppenhülle verlassen, mindestens bis zur Bildung der Spermatiden, oft sogar darüber hinaus gediehen. Ein Männchen von Ichn. 1, das vor längstens 11 Stunden dem Kokon entstiegen war, führte in den Vasa deferentia schon in Mengen sich lebhaft bewegende Spermatozoen. Im oberen Abschnitt des Hodens befinden sich die jüngeren Bildungszellen in lebhafter Vermehrung, im unteren Teil sind bereits bündelweise zusammengeschlossene aber noch nicht reife Spermien zu finden. Diese besitzen sehr schlanke und lange, spitz ausgezogene Köpfe und erinnern im übrigen etwa an die von *Ornithobia cervi* (KORSCHELT 1902, S. 484, Fig. 289). Sie werden bei warmem Wetter schon innerhalb der ersten 24 Stunden, sonst nach längstens ein paar Tagen frei und scheinen dann, ohne zu Spermiozeugmen zusammengeschlossen zu bleiben, in den geknäuelten Teil der Vasa deferentia abwandern, wo sie vielleicht bis zur Copula gespeichert bleiben. Jedenfalls gelang uns deren Nachweis in den distalen Partien der Leitungswege bislang nur in einem Fall, und zwar überraschenderweise bei einem erst vor etwa 24 Stunden geschlüpften Männchen. Bei diesem trat bei der Sektion hinter der Mündung der Kittdrüsen aus einem Vas deferens dort, wo dieses hart vor der Basis des Copulationsapparats abgerissen war, ein Flöckchen sich lebhaft bewegender Spermatozoen aus. Nach dem Situsbild mußte angenommen werden, daß diese — vielleicht infolge eines bei der Tötung des Tieres ausgelösten Reflexes — zur Unzeit ejakuliert waren. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß das Sperma in ähnlicher Weise, wie ZANDER (1946, S. 131) es bei der Honigbiene nachgewiesen hat, schon bald nach der Reife bis zur Penisbasis herabgleitet und dort, mit dem schleimigen Sekret der Kittdrüsen zu einer Spermatophore vereinigt, bis zur Copula ruht. Durch Beobachtungen belegen können wir diese Auffassung nicht (siehe S. 382). Eher hatten wir den Eindruck, daß sich das reife Sperma in dem zum Scrotumsack zusammengeschlossenen Teil der Vasa deferentia sammelt, daß diese also funktionell als Vesicula seminalis dienen. Die beiden seitlichen Anhangsdrüsen der Ausführgänge sind zweifellos den sogenannten Schleimdrüsen von *Apis* und *Bombus* homolog. Wir bezeichnen sie als Kittdrüsen und nehmen an, daß sie ebenso wie vermutlich dort bei der Übertragung der Geschlechtsprodukte eine Rolle spielen, ohne daß wir darüber nähere Angaben machen können.

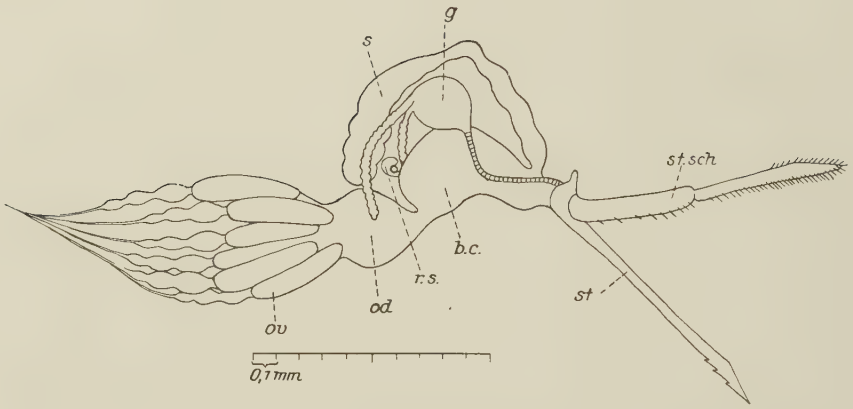


Abb. 9. *Hemiteles simillimus sulcatus.* Imago, Weibchen. Genitalapparat, von der Seite gesehen. ov = linkes Ovar, od = linker Ovidukt, r.s. = receptaculum seminis, b.c. = bursa copulatrix, s = Schmierdrüse, g = Giftdrüse, st = Legestachel, st sch = Stachelscheide

c) Genitalapparat des Weibchens

Der weibliche Apparat (Abb. 9) besteht aus den beiden Ovarien mit ihren Ovidukten, der Bursa copulatrix mit dem Receptaculum seminis, einer Schmierdrüse, einem Giftapparat und den äußeren Geschlechtsorganen. Der Bauplan deckt sich mit dem von WEBER (1933, S. 482, Fig. 439 i) für Hymenopteren gegebenen Schema so sehr bis in alle Einzelheiten, daß diesem ein *Hemiteles* als Vorlage gedient haben könnte. Um so unerwarteter stießen wir auf einige Abweichungen von der von PAMPEL (1914, S 290—357) in seiner Monographie über die weiblichen Geschlechtsorgane der Ichneumoniden für die Cryptinen (S. 323) gegebenen Beschreibung, die nachstehend mit erwähnt werden.

Die Ovarien (ov) werden von zwei dorsolateral über dem Darmkanal gelegenen spindelförmigen Eiröhrenbündeln gebildet. Jedes Bündel besteht im allgemeinen aus 6 Ovariolen, die zusammen den kelchartig erweiterten Enden der beiden Ovidukte, den Eierkelchen aufsitzen. Selten zählten wir der Röhren 1—2 mehr oder weniger. Ihre langen Endfäden vereinigen sich je Ovar zu einem dünnen Strang, der im Thorax dorsal aufgehängt ist. Die Ovariolen (Abb. 10) sind wie bei allen Hymenopteren nach dem polytrophen Typ gebaut. Es wechseln in ihm also von der terminalen Bildungsquelle, dem wenig oder gar nicht keulenförmig angeschwollenen Germarium (G) ab Eikammern (E) und Nährfächer (N) in regelmäßiger Folge. Maximal zählten wir deren je 7 (*Hemiteles fulvipes* Grav.). Das Follikelepithel bildet einen einheitlichen Schlauch, der die Ei- und Nährfächer nur lose umschließt, so daß diese, zu einem einheitlichen Strang fest miteinander verbunden, auf- und abgleiten können, ein Bild, das mir bei anderen Insekten noch nicht so eindrucksvoll zu Gesicht gekommen ist. Zwischen den beiden Eierstöcken bleibt so viel Raum, daß der anfangs ventral verlaufende Darmtraktus zwischen ihnen durchtreten und nun dorsal weiterziehen kann.

Die kurzen Ovidukte (od) besitzen eine stark muskulöse, in der Ruhe längsgefaltete Wandung. Sie vereinigen sich kurz vor ihrer Mündung.

Diese führt in einen früher als Uterus (b c) bezeichneten, sackförmig erweiterten Abschnitt des Ausführgangs. Er hat aber funktionell nichts mit dem Begriff des Uterus zu tun. Schon PAMPEL (1914, S. 305) registriert nämlich richtig, daß sich die Eier nicht längere Zeit in ihm aufhalten, weiß aber seine Funktion nicht zu deuten und bleibt daher bei dem alten Ausdruck. Auch wir kamen darüber nicht ins klare, da das Organ aber wenigstens mittelbar bei der Begattung eine Rolle spielt, mag es nachstehend als Bursa copulatrix bezeichnet werden. Gestaltlich erscheint die Begattungstasche als schlaffer, in seiner distalen Hälfte ventral ein- und im Extrem sogar wieder etwas nach vorn umgeschlagener, schlaffer Sack, der oben vorn die Ovidukte

aufnimmt und hinten unten in den Legeapparat übergeht. Die Wandung ist stark muskulös. Kräftige Muskeln umgürten das Gebilde, aber auch Längs- und Transversälstränge fehlen nicht. Wir sahen das Organ schon bei einem nur einen Tag alten Weibchen von *H. fulvipes* Grav. sich kräftig zusammenziehen und dann wieder ausdehnen. Über die von PAMPEL (l. c. S. 305) bei Ichneumoniden beschriebenen, an der dorsalen Innenwand des vorletzten Segments ansetzenden und beiderseits zum Knie der Bursa ziehenden Muskelstränge, die als Aufhängevorrichtung dienen und vielleicht beim Durchgang der Eier einen Zug ausüben, konnte ich keine Klarheit gewinnen. Bestimmt fehlen dem Organ die großen Drüsen, die man nach PAMPEL (l. c. S. 305—306) „bei Pimplinen und Cryptinen immer findet". PAMPEL bildet sie als bohnenförmige Ausstülpungen ab, die oft so groß sind, „daß sie in der Seitenansicht den Uterus fast ganz verdecken". Wir hätten diese Gebilde also bestimmt nicht übersehen können. Funktionell sollen sie, wie PAMPEL annimmt, ein Sekret zur Einfettung der herausgleitenden Eier liefern. An einem derartigen Schmiermittel fehlt es auch bei *Hemiteles* nicht, es wird aber dort von einer wohl allen Hymenopteren zukommenden besonderen Schmierdrüse (siehe unten) geliefert. Daneben mag die Wand des Uterus und der Ovidukte Gleitfette liefern, zu kompakten und auffälligen Drüsenbildungen ist es hier aber nicht gekommen. Vielleicht ist das ganze Gebilde nichts anderes als ein Apparat zum Herauspressen der Eier beim Legeakt.

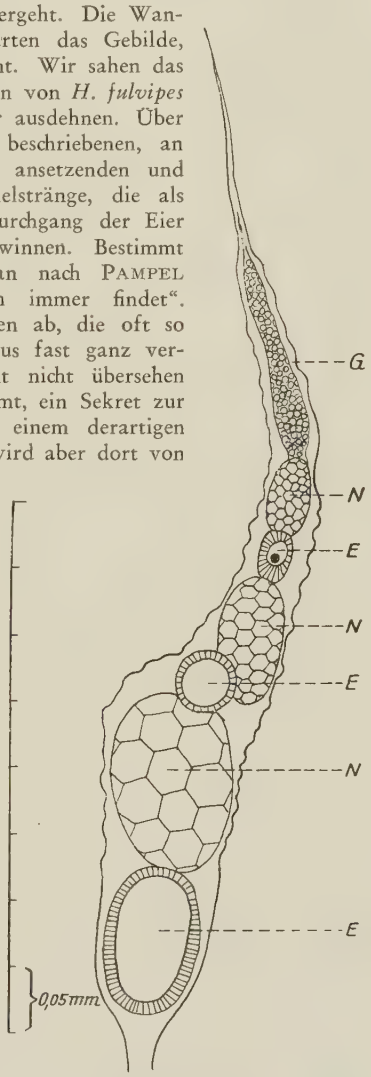


Abb. 10. *Hemiteles simillimus sulcatus.* Imago, Weibchen (vor mindestens 37 Tagen geschlüpft), nach wahrscheinlich reger Eiablage). Ovariole mit G = Germarium, N = Nährfach, E = Eifach

Das nach PAMPEL (l. c. S. 305) nicht bei allen Ichneumoniden vorkommende Receptaculum seminis (r. s. in Abb. 9, 11, 12 und 14) ist gut ausgebildet. Es liegt dorsal auf der vorderen Hälfte der Bursa copulatrix und ist zwar klein, aber so auffällig gefärbt, daß es nicht übersehen werden kann. Nach Erlangen einiger Übung gelang uns sogar, es an der lebenden Wespe auszumachen, sofern das Corpus adiposum nicht sonderlich stark entwickelt und der Hinterleib etwas dilatiert war. Es wurde dann ventral durch die Intersegmentalhaut zwischen dem 6. und 7. vorhandenen Ring als gelbes Kügelchen von etwa 0,03 mm Durchmesser sichtbar. Über den feineren Bau ermittelten wir, daß sein nur 13 μ weiter Hohlraum von einer dünnen, aber sehr festen chitinösen Wand ausgekleidet ist, um die sich eine verhältnismäßig dicke Schicht drüsenartiger Zellen legt, die dem ganzen Gebilde seine auffällige gelbe Farbe verleiht. Weit umfangreicher als die Samenkapsel selbst ist eine ihr zugeordnete Drüse (Abb. 11 d). Diese liegt ihr kappenförmig oder wie der Kamm dem Raupen-

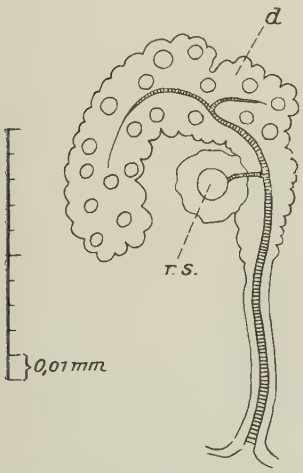


Abb. 11. *Hemiteles simillimus sulcatus.* Imago, Weibchen. Receptaculum seminis = r. s. mit Drüse = d

helm auf, ist bis 0,25 mm lang und angedeutet zweilappig. Sie besteht aus großkernigen Zellen, in denen bei gefülltem Zustand des Organs kugelige Vakuolen sichtbar sind. Ein mäßig langer, im Drüsenkörper zweiarmig beginnender Ductus seminalis mit chitinöser, spiraliger Wandung zieht zur Bursa copulatrix, in deren Dach er mündet (Abb. 9. u. 12). Zuweilen hatten wir den Eindruck, daß die Bursa an dieser Stelle etwas hügelförmig vorgewölbt ist. Auch in seinem freien, distalen Abschnitt ist der Ausführungsgang des Receptaculum von einem verhältnismäßig großzelligen Epithel bekleidet. Ein kurzer Seitenkanal zweigt von ihm ab zur Samenkapsel und durchsetzt deren Wandung. Die spiralige Struktur der Intima ist auch hier deutlich ausgeprägt. Das Sekret der Drüse dürfte also auch zum Sperma im Receptaculum gelangen können, hat aber, wie später gezeigt werden wird (siehe S. 382), zur Hauptsache wohl noch eine andere Aufgabe.

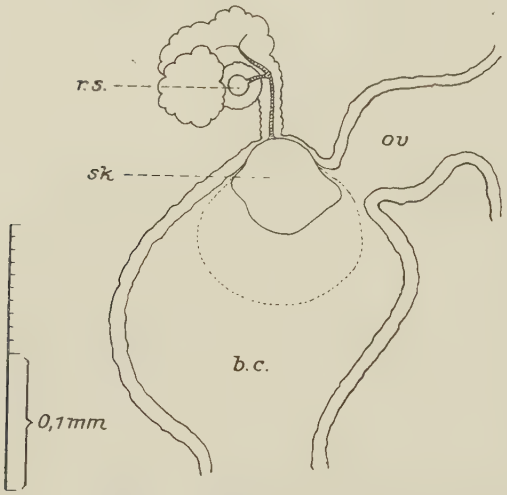


Abb. 12. *Hemiteles similimus sulcatus*. Imago, Weibchen, frisch begattet. Bursa copulatrix = b. c. mit Sekretpfropf = sk, r. s. = receptaculum seminis, ov = Ovidukt

Die Schmierdrüse (Abb. 9, s) ist ein einfacher, unpaariger Schlauch von etwa 0,8 mm Länge und 0,1 mm Durchmesser, der, wie bei anderen Cryptinen (PAMPEL 1914, S. 323), mit seinem blinden Ende frei über den Ovidukten liegt und von dort in flachem Bogen über der Bursa copulatrix nach hinten zieht, um hart neben dieser in die Wurzel des Legestachels zu münden. Die durchsichtige Wandung enthält außer den sezernierenden Zellen kontraktile Elemente, so daß auch dieses Organ peristaltischer Bewegungen fähig ist. Zieht sich der distale Abschnitt zusammen, so wird der Inhalt mit solcher Vehemenz in das blinde Ende der Drüse getrieben, daß sich dieses bis auf 0,2 mm Durchmesser aufbläht. Auch der proximale Teil des Organs kann aber unter starker Faltung der Wandung fest zusammengepreßt werden. Längsmuskeln scheinen dagegen ganz oder fast ganz zu fehlen. Das Sekret der Drüse ist farblos und leichter als Wasser, dürfte also fettartiger Natur sein. Man geht schwerlich feh!, wenn man das Produkt als Schmiermittel zur Förderung des Durchgleitens der Eier durch die Stachelrinne auffaßt. Dafür spricht wohl schon, daß, wie PAMPEL (1914, S. 308) festgestellt hat, die Drüse solchen Ichneumoniden, deren Eier den Stachel nicht passieren, also den meisten Tryphoninen, fehlt.

Am Giftapparat (Abb. 9, g) lassen sich 3 Abschnitte unterscheiden; nämlich die Drüsenschläuche, eine Sammelblase für deren Sekret und der von dieser abgehende Ausführungsgang. Der Apparat liegt dorsal über der Bursa und den Ovidukten, aber, wie uns schien, nicht streng medial, sondern wie bei den Ichneumonen (PAMPEL l. c. S 316) etwas seitlich verschoben. Er ist in ausgestrecktem Zustand reichlich $1^1/_2$ mm lang, bildet aber im Leben einige Schleifen. Trotzdem beansprucht er oft mehr Platz als die Schmierdrüse. Er beginnt mit den beiden etwa 0,05 mm dicken und 0,7 mm langen Drüsenschläuchen, auf die somit fast die Hälfte der Gesamtlänge entfällt. Bei *H. fulvipes* Grav. schien in einem Fall einer der Schläuche am blinden Ende noch einmal gegabelt zu sein. Im übrigen erinnern diese Drüsen gestaltlich an die Malpighischen Gefäße. Es sind ebenfalls schlanke, in allen Teilen gleich starke Schläuche. Ob es statthaft ist, mit PAMPEL (1914, S. 308) zu sagen, daß sie auch in ihrer histologischen Struktur den Harngefäßen ähneln, möchten wir dahingestellt sein lassen. Etwa 0,2 mm vor der Mündung vereinigen sich beide Schläuche zu einem Gang von gleichem Durchmesser. Die Sammelblase erscheint je nach ihrem Füllungszustand ellipsoid bis kugelig, kann aber so stark zusammenfallen, daß sie übersehen wird. In der Regel hat sie

0,4 mm Länge und 0,25 mm Durchmesser. Als Extrem begegnete uns bei *H. fulvipes* Grav. ein auf reichlich 1 mm Länge aufgetriebener Behälter. Die dünne, aber muskulöse Wandung ist chitinös ausgekleidet. Beim Übergang in den Ausführgang nimmt die Intima spiralige Struktur an. Auch sie kann in starke peristaltische Bewegung geraten. Rekapitulierend sei hier daran erinnert, daß auch der Oesophagus, der Ventiltrichter, die Rektalampulle (?), die Malpighischen Gefäße, die Ovariolen, die Bursa copulatrix und die Schmierdrüse lebhafte Bewegungen ausführen können. Wenn die Wespen unter physiologischer Kochsalzlösung seziert werden und dann mehrere oder alle diese Systeme bzw. ihre Teile sich kontrahieren, dilatieren, schlängeln oder auf- und abgleiten, bietet sich dem Auge des Beschauers ein ebenso überraschendes wie fesselndes Bild. Im Ausführgang der Giftdrüse selbst setzt sich die spiralige Struktur fort. Der Kanal hat etwa den halben Durchmesser die Giftdrüsenschläuche und ist reichlich $^1/_2$ mm lang. Auch er mündet in die Basis des Legestachels. Nach PAMPEL (l. c. S. 317) soll die Austrittsöffnung bei den Ichneumonen weiter als die der übrigen dort mündenden Organe in das Stachelinnere vorgeschoben sein. Vor der an die Wurzel des Legeapparats angeschlossenen Bursa copulatrix mündet also die Schmierdrüse und noch weiter distalwärts der Giftapparat. Beim Legeakt dürfte also zunächst das Sekret der Giftdrüse, dann das der Schmierdrüse entleert werden und erst zuletzt das Ei herausgleiten. Das Giftsekret ist wasserklar und zieht im Wasser Schlieren. Bei einem im Alter von 11 Tagen eingegangenen Weibchen von *H. fulvipes* Grav. schwammen in ihm kristallinische Gebilde in Gestalt kleiner Nadeln und Oktaeder. Bei frisch geschlüpften Wespen ist die Giftblase noch leer, füllt sich dann aber schnell. Sie führt bei 1 Tag alten Tieren schon ziemlich viel Sekret und scheint etwa nach 8 Tagen das Maximum an Füllung zu erreichen. Auch ganz alten Tieren mangelt es an Gift aber nicht. So ist in unsern Protokollen für 3 im Alter von 51, 53 und 63 Tagen zur Sektion gekommenen Weibchen von *H. fulvipes* Grav. ausdrücklich vermerkt, daß die Sammelblase noch „gefüllt" war.

Eine 3., nach BORDAS (1894, S. 387) den Ichneumoniden zukommende, von ihm als glande accessoire bezeichnete, gleichfalls an der Basis des Legestachels mündende Drüse wurde von uns nicht beobachtet, aber vielleicht nur übersehen. Sie ist viel kleiner als die Schmier- und die Giftdrüse, soll länglich dreieckig und abgeplattet sein und aus kleinen sphaerischen Zellen mit einer größeren Zahl von Nukleolen bestehen.

Die äußeren Geschlechtsorgane sind ziemlich kompliziert gebaut, der Grundplan ist aber der gleiche wie bei anderen stacheltragenden Hymenopteren. Sie gliedern sich also in den eigentlichen Legestachel und in die Stachelscheiden.

Beim ruhenden Tier sind nur die Stachelscheiden (st sch) sichtbar. Sie erscheinen als zwei schlanke, tasterförmige Organe von etwa 1 mm Länge. Ein schlankerer, mit langen Tasthaaren besetzter, 0,6 mm langer Endabschnitt ist gegen den etwas kürzeren und breiteren basalen Teil beweglich abgesetzt. Morphologisch werden die Stachelscheiden als laterales hinteres Gonapophysenpaar aufgefaßt und dem 9. Abdominalsegment zugerechnet. Das basale Stück wäre im besonderen dem von WEBER (1933, S. 213, Abb. 206) bei *Sirex* als Coxit IX angesprochenen Stück, also der „oblongen Platte" der Autoren gleichzusetzen.

Der Legestachel (st) selbst wird als schlankes, 1,1 mm langes Stilet frei, sobald das Weibchen zur Eiablage schreitet. Er besteht in dem dann sichtbar werdenden Abschnitt aus 3 Teilen, nämlich der dorsalen Stachelrinne und den beiden ihr ventral eingepaßten Stachelgräten oder Stechborsten. Diese sind mit ihr verfalzt aber nicht verschmolzen, so daß sie sich in dieser Führung wohl wie nach PAMPEL (l. c. S. 306 bis 307) bei allen Ichneumoniden „durch Muskelzug leicht hin- und herbewegen lassen". Der Rücken der Stachelrinne ist, kurz bevor er in ziemlich scharfem Winkel zur Bildung der Spitze abfällt, ein wenig verstärkt. An dieser Stelle liegen ventral ein paar Zähnchen oder Widerhaken. Sie dürften weniger beim Anstechen des Opfers eine Rolle spielen als dann, wenn es sich darum handelt, dieses zur Vorbereitung einer Blutmahlzeit des Weibchens an die Kokonwand heranzuholen (siehe S. 358). An ihrer Basis laufen sowohl die Stachelrinnen wie die Stechborsten in starke, bogenförmig aufwärtsgekrümmte Chitinspangen aus, an denen sehr kräftige Muskeln inserieren. Morphologisch

ist die Stachelrinne dem von WEBER (1933, S. 213, Fig. 206) bei *Sirex* als mediane hintere Gonapophyse des 9. Segments angesprochenen Anhang zu homologisieren. Die Stechborsten würden dann den vorderen Gonapophysen entsprechen. Die Bursa copulatrix ist nach PAMPEL (l. c. S. 307) bei allen Ichneumoniden oben zwischen den beiden Chitinspangen der Stachelrinne angelötet, unten den Gabeln der Stachelgräten. Hier bleibt zwischen ihnen an der Wurzel des Legestachels, also auf der Grenze vom 8. und 9. Segment ventral ein trichterförmiger Spalt als Geschlechtsöffnung, durch die bei der Copula das männliche Organ den Zugang für seine Produkte zur Bursa copulatrix findet. Diese scheinen somit den Legestachel gar nicht zu betreten.

d) Begattung

Über die Copula liegen für Ichneumoniden nur wenige Beobachtungen vor (siehe MARTELLI 1907, S. 214 betr. *H. fulvipes* Grav. und FAURE 1926, S. 77 betr. *Pimpla instigator* F.). Es mag das damit zusammenhängen, daß die Weibchen wohl in der Regel nur einmal begattet werden, und daß der Akt sehr schnell verläuft, d. h. meist oder immer nur Bruchteile einer Minute in Anspruch nimmt. Es kann sein, daß viele Arten überdies nur bei Gegenwart von Sonnenlicht oder bei höherer Temperatur kopulieren. So soll sich *Pimpla instigator* nach FAURE (1926, S. 78) erst bei 20 ° C paaren. In bezug auf *H. fulvipes* Grav. beschränkt sich der gleiche Autor (1926, S. 153) auf die Angabe, der Akt vollziehe sich sehr schnell und sei schwierig zu beobachten. Die Männchen bewiesen dabei „une grande ardeur". Im übrigen schienen sich die Partner ähnlich wie bei *Pimpla instigator* F. zu verhalten. Auch bei unseren *Hemiteles-Arten* hat es lange gedauert, bis wir die Bedingungen erfaßten, unter denen die Pärchen zur Vereinigung schreiten. Sind sie erfüllt, so vollziehen die Tiere den Akt aber oft schon innerhalb weniger Minuten. Die wesentlichste Voraussetzung ist, daß jungfräuliche Weibchen mit kräftigen Männchen unter räumlich nicht zu beschränkten Verhältnissen zusammenkommen. Unsere Zuchtzylinder erwiesen sich auch dabei als geeignete Behälter. Der Besonnung bedarf *H. simillimus sulcatus* zur Auslösung der Begattung nicht, ebensowenig besonderer Wärmezufuhr. Selbst bei 13° C fanden die Tiere noch den Weg zueinander, und die Vereinigung verlief augenscheinlich ebenso wie bei 18—21 ° C, also bei normaler Zimmertemperatur. Bei höheren Temperaturen haben wir nicht gearbeitet.

Wenn ein frisches Männchen von *H. simillimus sulcatus* in den Raum gelangt, in dem sich ein jungfräuliches Weibchen aufhält, gerät es meistens sofort in starke Erregung. Etwas länger ließ diese auf sich warten, wenn das Weibchen erst aus dem Zwinger in den Zylinder gebracht wurde, nachdem das Männchen sich in diesem schon eingewöhnt hatte. Im ersteren Fall war wohl der ganze Raum beim Hinzukommen des Männchens mit dem Geschlechtsduft des Weibchens geschwängert, während es im 2. Fall einer gewissen Zeit bedurfte, bis dieser sich hinreichend ausgebreitet hatte. Die Erregung des Männchens bekundet sich darin, daß es unruhig wird, schneller als sonst umherläuft und die Fühler in lebhaftere Bewegung versetzt. Bald wird aus dem Laufen dann ein Hin- und Herhasten im Zickzack und aus dem Trillern der Fühler ein nervöses Peitschen. Offensichtlich sucht das Männchen dabei das Weibchen, von einem gerichteten Lauf auf dieses zu, wie es MARTELLI (1907, S. 214) für *H. fulvipes* Grav. beschrieben hat, kann aber unter den im Zuchtzylinder gegebenen Bedingungen nicht die Rede sein (siehe S. 357). Erst wenn beide Geschlechter sich auf 1—2 cm nahekommen, erkennt das Männchen die Partnerin und stürzt auf diese zu. Die Männchen

sind dabei so aufgeregt, daß sie sich mit Weibchen verwechseln und sich ebenso, wie MARTELLI (l. c.) es bereits für *H. fulvipes* Grav. beschrieben hat, auch gegenseitig zu bespringen suchen. Schon auf der Suche versetzen die Männchen die Flügel in das schon auf S. 356 erwähnte schnelle Schwirren. Ähnliches beobachtete MARTELLI (l. c.) bei *H. fulvipes* Grav. Dort soll das Männchen zunächst mit dem Hinterleib auf- und abpendeln und dann mit angehobenem Hinterleib zu schwirren beginnen, wobei es ein wie „tzi, zi, zi, zi..." klingendes Geräusch hervorbringt. Nicht zur Begattung bereite Weibchen sollen dann ebenfalls mit den Flügeln schwirren und mit „tzirrr...", also mit einem etwas anderen Geräusch antworten, worauf sich das Männchen entfernt. Derlei hörten und sahen wir bei *H. simillimus sulcatus* bislang nicht, obgleich die Geschwindigkeit der Flügelschläge auch dort sehr hoch ist. Zu einem Aufliegen, also zu einem Erheben von der Unterlage, kommt es bei diesen Schwirrbewegungen übrigens nicht. Die Männchen stürmen vielmehr laufend mit schwirrenden Flügeln hinter dem Weibchen her. Dieses Vorspiel kann sich einige Zeit hinziehen und mehrmals wiederholt werden. Mit 2 Ausnahmen sahen wir es aber immer nur eintreten, wenn die Männchen in einen Raum mit unbegatteten Weibchen gerieten. Bei der ersten Ausnahme war ein Weibchen (50/688) vom Schlüpftag (13. Juli 1950) ab im Zuchtzylinder mit Männchen zusammengehalten, also so gut wie sicher begattet, und dann am 20. Juli in einen anderen Zwinger zu einem frisch, d. h. an diesem Tag geschlüpften Männchen gebracht. Dieses, geriet alsbald in lebhafteste Erregung, verfolgte das Weibchen, besprang es und verankerte sich auf ihm. Das Weibchen wehrte sich aufs heftigste und blieb im Laufen, konnte sich aber nicht befreien. Nach genähert 10 Sekunden stürzte das Paar dann herab, und damit fand die Vereinigung ein Ende. Ob sie fruchtbar war, steht dahin. Der zweite Sonderfall betraf ein Männchen, das dem Zwinger entkommen und unter Betupfen mit Alkohol (95 %) wieder eingefangen war. Es wurde noch feucht in den Zuchtzylinder zu Weibchen gesetzt, die schon mindestens 5 Tage mit einem Dutzend Männchen vereinigt, also so gut wie sicher begattet waren. Das Männchen blieb noch etwa ½ Minute narkotisiert sitzen, begann dann langsam mit noch verklebten Flügeln umherzukriechen und geriet dabei zufällig in Berührung mit einem Weibchen, das mit dem Anstechen eines *Apanteles*-Kokons beschäftigt war. Es reagierte auf diese Berührung wie auf ein Zusammentreffen mit einem jungfräulichen Weibchen, geriet also in Erregung und versuchte das Objekt seiner Wünsche zu ergreifen, wurde aber abgewehrt. Das Weibchen entfloh. Noch mehrere Sekunden lief das Männchen dann aufgeregt und zwar merkwürdigerweise in kleinen Kreisen im umgekehrten Sinne des Uhrzeigers umher, um sich schließlich zu beruhigen. Man wird schwerlich fehlgehen, wenn man sein abnormes Verhalten als einen Ausfluß der Alkoholnarkose deutet.

Immer pflegen jungfräuliche Weibchen die andrängenden Männchen zunächst abzuwehren und zu flüchten, sehr oft mit mindestens vorübergehendem Erfolg. Durchweg kamen im Zwinger, wenn in diesem mehrere Männchen vorhanden waren, beim Einbringen eines frischen Weibchens nur die kräftigsten und ungestümsten Werber zum Ziel. Sobald diese aber Kontakt mit der Partnerin gefunden hatten, verankerten sie sich auf ihr blitzschnell und waren nun von Konkurrenten nicht mehr zu vertreiben. Das Bespringen und Anklammern geschieht so plötzlich, daß das Auge den Einzelheiten nicht zu folgen vermag. Im wesentlichen wiederholen sich aber die von MARTELLI (1907, S. 214) für *H. fulvipes* Grav. und die von HASE u. a. für Braconiden und Chalcididen beschriebenen Phasen (siehe auch BISCHOFF 1927, S. 498 ff.). Die Verankerung erfolgt also auch hier auf dem Rücken des Weibchens mittels der Krallen aller drei Beinpaare, wobei bei *H. fulvipes* Grav. die Vorderbeine die des Weibchens festhalten sollen (MARTELLI 1907, S. 204) und zunächst der Kopf des Männchens über dem Vorderkörper des Weibchens liegt. Fast sofort läßt sich das Männchen aber dann etwas nach hinten gleiten und hockt nun ähnlich, wenn auch nicht in so extremer Lage, wie HASE es anschaulich für *Habrobracon juglandis* Ashm. und *Lariophagus distinguendus* Först. abgebildet hat (BISCHOFF 1927, S. 499, Abb. 194 und 195), mehr hinter als auf dem Abdomen der Partnerin. Der Hinterleib ist ventralwärts eingeschlagen. Die weit vorgestreckten und auseinandergesperrten Parameren suchen links oder rechts von der Seite her unter die Wurzel des Legestachels zu gelangen, um von unten her die

Leibesspitze des Weibchens zu umklammern. Dabei betrillern die hakenförmig gekrümmten Fühler zunächst noch den Vorderkörper und die leicht nach auswärts gekrümmten Antennen der sich anfangs noch wehrenden Gesponsin. Bald, wenn auch oft erst nach mehrfachem Zupacken der Parameren, scheint das männliche Organ dann den Zugang zur weiblichen Geschlechtsöffnung zu finden. Dieser Augenblick dokumentiert sich dadurch, daß das Männchen nun unvermittelt alle äußeren Bewegungen einstellt und in einen krampfartigen Starrezustand gerät. Auch die sonst fast nie ruhenden Fühler verharren in leicht vorgestreckter Haltung regungslos. Das gleiche gilt für das Weibchen, das die Abwehr spätestens aufgibt, sobald das männliche Organ in seine endgültige Lage gelangt ist. Wenn gesagt wird, daß das Weibchen von Anfang an dem Werben des Männchens gegenüber teilnahmslos bleibt, so entspricht das nicht ganz der Wirklichkeit. Auch des weiblichen Tieres bemächtigt sich, sofern es an sich begattungsbereit ist, eine gewisse Unruhe, wenn ihm ein Männchen naht. Das Fühlerspiel belebt sich, und auch aus den übrigen Bewegungen des Tieres spricht eine gewisse Erregung. Allerdings läßt sich schwer entscheiden, wieweit es sich dabei um Ausflüsse geschlechtlicher Reizung oder um Fluchtreaktionen handelt. Richtig ist aber, daß das Weibchen bei der Copula selbst eine durchaus passive Rolle spielt. Es verharrt regungslos, und zwar zuweilen in recht unnatürlicher Haltung, die ihm vom Männchen aufgezwungen wird, nämlich mit zu Boden gepreßtem Kopf und verdrehten Fühlern. Diese Situation bleibt allerdings nur kurze Zeit bestehen. Das voraufgehende Liebesspiel abgerechnet, dauert nämlich die ganze Copula nicht einmal eine Minute. Die Tiere benötigten für den Akt bei 13° C etwa 45, bei 18° C 30 und bei 21° C 15 Sekunden. Auch *H. fulvipes* Grav. braucht für den Akt nach MARTELLI (1907, S. 204) nur 10 Sekunden bis 1 Minute. Dann kommen die Partner wieder in Bewegung. Die Trennung vollzieht sich formlos. Daß das Männchen noch zunächst eine Weile unbeweglich sitzen bleibt, wie MARTELLI (l. c.) das für *H. fulvipes* Grav. beschrieben hat, ist uns bei *H. simillimus sulcatus* nicht aufgefallen. Nach kurzem Putzakt gehen beide Geschlechter vielmehr alsbald wieder ihren gewöhnlichen Beschäftigungen nach. Wiederholt beobachteten wir allerdings, daß die Erregung beim Männchen in den nächsten Minuten nochmals auflebte. Das Weibchen wurde unter Flügelschwirren erneut verfolgt und sogar zum zweiten oder selbst ein drittes Mal besprungen, zu nochmaliger regulärer Vereinigung kam es aber in keinem Fall. Spätestens nach einigen Minuten beruhigt sich das Männchen endgültig. Ebenso erging es etwaigen anderen im gleichen Zwinger anwesenden Tieren. Alle Männchen geraten nämlich nach dem Einbringen eines jungfräulichen Weibchens in Erregung und beginnen zu suchen. Sie stören auch gern erfolgreiche Werber und versuchen diese von ihrer Partnerin herunterzustoßen, haben damit aber selten oder nie Erfolg. Ist das Weibchen wieder frei, so versuchen sie, es ihrerseits zu ergreifen, verlieren aber schnell das Interesse. Nach ein paar Minuten können sie mit dem anderen Geschlecht in direkte Berührung kommen, ohne dann anders zu reagieren als beim Begegnen mit einem weiteren Männchen. Augenscheinlich erlischt also der vom Weibchen produzierte Geschlechtsduft nach der Copula sehr schnell. Wir hatten auch nicht den Eindruck, daß er bald noch einmal wiederkehrt. Dieser Befund kam unerwartet, weil andere Ichneumoniden sich abweichend verhalten können. So sah FAURE (1926, S. 78) ein Weibchen von *Pimpla instigator* F., das am 15. Januar 1924 normal begattet war, am 17. Januar erneut in Copula, und am 26. und 28. Januar wurde es nochmals von Männchen überfallen, ohne daß es allerdings zur festen Vereinigung kam. Immer aber gewannen auch andere Weibchen dieser Art nach der Paarung früher oder später ihre Anziehungskraft für die Männchen zurück. Die Verhältnisse liegen hier also ähnlich wie bei der Braconide *Habrobracon juglandis* Ashmead, bei der sich die Weibchen nach HASE ebenfalls mehrmals begatten ließen. Bei unseren *Hemiteles*-Arten beobachteten wir das bislang nur sehr selten.

Anders verhalten sich ebenso wie bei anderen Ichneumoniden (siehe z. B. FAURE 1926, S. 78 betr. *Pimpla instigator* F.) die Männchen. So kopulierte ein durch besondere Größe ausgezeichnetes, am 25. April 1950 geborenes Männchen am 3. Mai zum ersten, am 9. Mai zum zweiten und am 23. Mai zum dritten Mal. Am 25. Mai, also im Alter von 30 Tagen, ging das Tier aus unbekannten Gründen ein. Die Geschlechtsdrüsen

hatten damals die sekretorische Tätigkeit noch nicht eingestellt. Die allerdings in der Größe schon reduzierten Hoden bargen außer fertigen Spermatozoen noch Spermatiden und vielleicht auch noch jüngere Stadien der Spermatogenese. Die Kittdrüsen führten reichlich das für sie typische, gummiartige Sekret und strahlig gereihte Granula (siehe S. 373). Kropf, Magen und Enddarm waren praktisch leer, die Vasa Malpighi noch in Bewegung, das Corpus adiposum einschließlich der Uratzellen allerdings bis auf bindegewebige Reste geschwunden.

Daß die Männchen unreif die Puppenhaut abstreifen, die Geschlechtsdrüsen unter Umständen aber schon 24 Stunden und längstens einige Tage später bereits reifes Sperma führen, wurde schon gesagt. Im Einklang damit sind die Männchen oft, wenn nicht immer, beim Verlassen des Puppenkokons schon zur Copula bereit, beginnen aber spätestens im Alter von wenigen Tagen, die Weibchen zu jagen. Das jüngste Männchen, das wir in Vereinigung sahen, war zwischen dem 19. und 20. Juli 1950 aus der Puppe geschlüpft, und längstens 24 Stunden später zu einem 8 Tage alten, höchstwahrscheinlich bereits begatteten Weibchen (50/688) in einen Zuchtzylinder gebracht. Kaum 1 Minute später war das Paar schon in Copula, die allerdings innerhalb 10 Sekunden infolge eines Sturzes (siehe S. 379) ein vielleicht vorzeitiges Ende fand. Die Bereitschaft zur Begattung scheint bei den Männchen, sofern sie nicht infolge Parasitierung oder aus anderen Gründen impotent werden, zeitlebens erhalten zu bleiben. Daß wir ein 30 Tage altes Männchen bei der 3. Begattung sahen, wurde schon erwähnt, ebenso, daß dessen Sexualdrüsen damals noch arbeiteten. Jene Exemplare, welche in unseren Zwingern das höchste Lebensalter, nämlich 47 und 48 Tage erreichten, wurden leider nicht seziert. Es besteht aber kein Grund anzunehmen, daß sie nicht auch dann noch reifes Sperma führten.

Ebenso wie das Männchen kann das Weibchen schon am ersten Tage nach Verlassen des Kokons die Begattung eingehen. Wir sahen ein Tier schon im Alter von höchstens 8 Stunden ein Männchen annehmen, freilich erst, nachdem es sich diesem zunächst zu entziehen gesucht hatte. Die Vereinigung verlief dann normal, und das Pärchen trennte sich erst wieder nach etwa 30 Sekunden. Weitere in Copula getroffene Weibchen waren höchstens 12, knapp 24 und reichlich 24 Stunden „alt". Ob aber die Bereitschaft zu dem Akt am ersten Lebenstage wesentlich größer ist als später, wie das für *Pimpla instigator* F. (FAURE 1926, S. 78) und Braconiden (*Habrobracon* [BISCHOFF 1927, S. 497]) angegeben wird, bleibe dahingestellt. Ältere Weibchen schienen, sofern sie jungfräulich waren, auf die Männchen den gleichen Reiz auszuüben wie die jugendlichen. Auch schienen sie sich nicht stärker zu wehren. Das gilt sowohl für *H. simillimus sulcatus* wie für *H. fulvipes* Grav. Das älteste Weibchen letzterer Art, das wir in Begattung sahen, war mindestens 48 Tage alt. Es war frühestens am 18. und spätestens am 22. Februar 1950 dem Kokon entstiegen, hatte dann zusammen mit mehreren anderen Weibchen jungfräulich unter steter Gelegenheit zur Eiablage gelebt und war am 11. April mit einem 7 Tage alten, bis dahin isoliert gehaltenen Männchen zusammengebracht worden. Es dauerte zwar etwas länger als gewöhnlich, bis das Männchen in Erregung geriet, nämlich mehrere Minuten, darauf vollzog sich die Vereinigung aber schnell. Sie verlief normal. Andere solitäre Hymenopteren scheinen sich grundsätzlich nicht anders zu verhalten. HASE beobachtete nämlich, daß ein isoliert gehaltenes Weibchen von *Habrobracon juglandis* Ashm. nach anfänglich parthenogenetischer Eiablage noch am 38. Tage die ihm nun ermöglichte Paarung einging (BISCHOFF 1927, S. 497). Das in noch höherem Alter begattete Weibchen von *H. simillimus sulcatus* lebte in der Folge bis zum 25. April, wurde also 62 Tage alt, machte aber von der Gelegenheit zur Eiablage nicht mehr Gebrauch.

Von den intimeren, bei der Spermaübertragung sich abspielenden Vorgängen ein Bild zu gewinnen, ist schwierig. Wir haben uns bislang vergeblich darum bemüht. Die Verbindung der Partner ist zu locker, als daß es in ähnlicher Weise wie bei *Dytiscus* (BLUNCK 1912, S. 214) möglich wäre, die vereinigten Organe in situ zu fixieren und dann zu präparieren. So läßt sich über die äußeren Organe nur sagen, daß die Parameren sich von unten und außen her um die Basis des Legeapparates legen und die Spitze des Penis dann zur weiblichen Geschlechtsöffnung gelangt oder auch, wie die

eingekrümmte, mit Sinnesorganen besetzte Spitze des Organs vermuten läßt, sich in diese einhakt. Daß das männliche Glied dabei bis in die Bursa copulatrix gelangt, ist unwahrscheinlich. Die räumlichen Verhältnisse lassen das schwerlich zu. Eher kommt ein Vortreiben oder Herausklappen innerer Teile des Organs unter Zuhilfenahme von Blutdruck nach Art eines zunächst eingestülpten Handschuhfingers in Frage, das bekanntlich auch bei anderen Hymenopteren vorkommt. In der Auffassung, daß die Hartteile des Penis kaum in die Scheide, geschweige denn in die Bursa copulatrix vordringen, werden wir durch einen Vergleich mit den Verhältnissen bei der Honigbiene bestärkt. Bei dieser erfährt bekanntlich der Begattungsschlauch bei der Copula eine weitgehende Umstülpung. Dabei gelangt seine, die Spermamasse umschließende Zwiebel aber auch nicht in die Vagina. Ja, sie dringt nicht einmal bis in den Scheidenvorhof vor, sondern legt sich der letzten Bauchschuppe (Körperring 10 bei ZANDER 1946, S. 133) auf und wird von oben durch die gebogene Stachelrinne gehalten. Vergleichend morphologische Überlegungen machen es nicht unwahrscheinlich, daß das männliche Organ sich bei *H. simillimus sulcatus* in entsprechender Weise bettet und dann unter Druck das Sperma ejaculiert, vielleicht, wie gesagt, auch unter partiellem Vortreiben des Ductus ejaculatorius.

Die Natur des Sekrets der Kittdrüsen des Männchens legte zunächst die Vermutung nahe, daß dieses bei der Übertragung der Spermatozoen beteiligt ist und vielleicht eine Spermatophore bilden hilft. Der Nachweis einer solchen gelang aber nicht, obgleich wiederholt Weibchen sofort nach der Paarung dekapitiert und untersucht wurden. Anfangs glaubten wir zwar, dann das Kittdrüsensekret in der Bursa copulatrix wiedergefunden zu haben. Stets ließ sich nämlich dort nach der Copula ein weißlicher, mal kugeliger, mal mehr birnenförmiger Pfropf von 0,06—0,08 mm Durchmesser (siehe Abb. 12 sk) nachweisen, den wir anfangs für das Sekret der Ectadenien hielten. Ebenso wie das Produkt der Kittdrüsen ist dieser Pfropf nämlich von auffällig fester Konsistenz und wohl auch gummiartig elastisch. Während das Sekret des Männchens aber farblos und strukturlos erscheint, ist der besagte Pfropf in der Bursa des Weibchens weiß und fein granuliert. Vor allem ist er aber immer der Mündung des Ductus seminalis des Receptaculum vorgelagert und mit dieser so fest verbunden, daß es uns meist nicht gelang, ihn abzulösen. Wiederholt hatten wir den Eindruck, daß um den zentralen, granulierten Kern eine 0,02—0,03 mm dicke hyaline Hülle lag, und in einem Fall schien es, als sei der Kern ursprünglich hohl gewesen, der Hohlraum aber später zusammengefallen. Beide Auffassungen glauben wir heute nicht mehr halten zu können. Die vermeintliche äußere Hülle scheint nämlich dadurch vorgetäuscht zu werden, daß die Wandung der Bursa sich dort, wo der Sekretpfropf liegt, etwas nach außen vorbuchtet (siehe S. 376), so daß ihre innere Kontur als Außenwand der Sekretmasse erscheint. Sperma fanden wir in dem Pfropf in keinem Fall. Wohl aber lag einmal ein Flöckchen freier Spermatozoen diesem äußerlich auf. Nach Lage der Dinge müssen wir heute annehmen, daß es sich bei dem fraglichen Gebilde nicht um ein Produkt des Männchens, sondern um Sekret der großen Drüse des Receptaculum seminis handelt. Da die Substanz während der Copula ausgestoßen wird, mag sie zur Anlockung der Spermatozoen dienen. Wie diese dann bei der den Eingang zum Ductus seminalis versperrenden Lage des Pfropfs in die Samenkapsel hineingelangen sollen, bleibt allerdings rätselhaft. Übrigens haben wir trotz allen Mühens auch im Receptaculum seminis nie Spermatozoen nachweisen können. Die Kapsel war immer entweder ganz leer oder sie enthielt eine zerbröckelnde Masse, bei der es sich keinesfalls um Spermien gehandelt haben kann. Nach Samenpatronen suchten wir in der Folge auch in anderen Teilen der weiblichen Geschlechtsorgane immer vergeblich, so in den Eierkelchen und im Vorraum des Legestachels, also in der physiologisch als Vagina anzusprechenden Partie. Ebenso fehlten außer dem Sekretpfropf der Bursa, der übrigens bei Entschachtelung des Abdomens gerade so wie das Receptaculum seminis lateroventral durch die breite Intersegmentalhaut zwischen der letzten stärker chitinisierten Sternalplatte und dem Basalstück der Legescheide auch im lebenden Tier deutlich sichtbar ist, alle sonstigen „Begattungszeichen". Freies Sperma in Gestalt sich lebhaft bewegender Spermatozoen fand sich dagegen in der Bursa nach der Copula wiederholt, allerdings immer nur in kleinen

Mengen[1]). Man wird also vor der Hand annehmen müssen, daß der Samen ohne Hülle übertragen wird. Dieser Befund käme an sich nicht überraschend. Echte Spermatophoren sind mit Ausnahme des umstrittenen Falls bei der Honigbiene (ZANDER 1946, S. 131) bei keinem Hautflügler mit Sicherheit nachgewiesen. Herr Professor E. ZANDER hat uns das noch unter dem 29. April 1950 brieflich bestätigt. Bei *Apis mellifica* gleitet nach ZANDER der Samen bereits in den ersten 8 Tagen nach dem Schlüpfen des Drohns in den zwiebelförmigen Abschnitt des Begattungsschlauchs und wird hier mit der von der Schleimdrüse gebildeten Masse zur Spermatophore zusammengeballt. Nach MICHAILOFF, BISHOP und SNODGRAS soll die Bildung der Patrone dagegen erst im Augenblick der Copula zustande kommen (ZANDER l. c.). Auch ARNHART, der sich in mehreren Arbeiten um die Klärung der Verhältnisse bemüht hat (Literatur bei ZANDER l. c.), spricht bei der Honigbiene von der Spermatophore, nach KLOTHILDE MÜLLER (1940, S. 12) wird eine solche aber nicht gebildet, der Same vielmehr unmittelbar durch den Spritzkanal überführt. Wenn somit selbst bei dem klassischen Objekt der Hymenopterenstudien die Verhältnisse noch so wenig geklärt sind, kann das unbefriedigende Ergebnis unserer Untersuchungen bei *H. simillimus sulcatus* nicht überraschen.

e) Eiablage

Wenn die Weibchen die Puppenhaut abstreifen, befinden sich die Ovarien noch in infantilem Zustand. Sie sind dann kleiner und wirken bei nur etwa $^2/_3$ mm Länge gedrungener als bei legereifen Weibchen, erscheinen hyalin und können in dem bei jugendlichen Individuen sehr stark entwickelten Fettkörper bei unsorgfältiger Präparation leicht übersehen werden. Die Hauptmasse der Ovariolen wird dann von der die Urkeimzellen bildenden, strangförmigen, distalwärts wenig, d. h. bis auf 0,1 mm an Durchmesser gewinnenden Endkammer gebildet, die nur gegen das Terminalfilum etwas schärfer abgesetzt ist.

Dieser Zustand bleibt aber nur kurze Zeit erhalten. Noch bevor das Tier den Wirtskokon verläßt, kommt die Oogenese in Gang und kann wenn sich der Schlüpfprozeß verzögert, noch ehe sich das Tier befreit hat, ein gut Stück vorangekommen sein, d. h. bis zur Abgliederung der ersten Nähr- und Eikammern, ja wohl schon bis zur Abscheidung sichtbaren Dotters führen. Ein nur 4 Stunden zuvor geschlüpftes Weibchen führte je Röhre bereits 3 gut begrenzte Ei- und die entsprechende Zahl von Nährfächern, ein anderes, ebenso altes Tier im ältesten Fach schon etwas gelben Dotter. Bei *H. fulvipes* Grav. trafen wir sogar bei 18—19° C ein 3 Stunden „altes" Weibchen, bei dem die ältesten Eikeime schon auf 0,17 mm Länge herangewachsen waren, und 2 bei der gleichen Temperatur gehaltene Weibchen hatten etwa 24 Stunden nach dem Schlüpfen schon in jeder Ovariole 1 Ei, also insgesamt 12 Eier genähert oder ganz fertig, d. h. auf 0,38—0,45 mm Länge ausgebildet. Sie führten überdies im nächst jüngeren Fach bereits 0,24 mm lange Eikeime. Andererseits kamen auch 1tägige Weibchen beider Arten zur Präparation, die es noch nicht

[1]) Im begatteten Weibchen hält sich das Sperma wahrscheinlich lange. So fanden wir bei der Präparation eines am 7. Mai 1950 geschlüpften und am 9. Mai, vielleicht allerdings auch später nochmals begatteten Weibchens, als dieses am 2. Juli im Alter von 54 Tagen starb, noch einige Spermatozoen in der Nähe des Eingangs zum Ductus seminalis. Sie bewegten sich jedoch nicht.

einmal bis zum Beginn der Dotterabscheidung gebracht hatten. FAURE (1926, S. 153) gibt in bezug auf *H. fulvipes* Grav. an, daß das Weibchen schon am Tage des Schlüpfens mit der Eiablage beginnt, ja, daß er ein Weibchen selbst bei 13° C schon 3 Stunden nach Verlassen des Kokons beim Legen sah, und auch für *H. areator* (Panz.) Grav. heißt es dort: „La ponte peût commencer le jour de l'éclosion . . .". Das war bei unserem Material nicht der Fall, auch nicht bei *H. simillimus sulcatus*. Die 2 jüngsten Weibchen von *H. simillimus sulcatus*, die wir beim Anstechen seines Wirtskokons beobachteten, waren 3 Tage alt; 17 bzw. 22 Tage später schlüpften aus den 3 beigegebenen Kokons Männchen. Die Weibchen waren auch an den Vortagen mit *Apanteles*-Brut versorgt gewesen, hatten diese aber nicht angenommen und somit im Alter von 3 Tagen erstmalig gelegt. Während des Höhepunkts der sekretorischen Funktion der Geschlechtsdrüsen zählten wir bei *H. fulvipes* Grav. bis zu 7 Eifächer je Röhre. Meist blieb die Zahl aber geringer, und bei *H. simillimus sulcatus* trafen wir bislang nicht mehr als 3 gut abgegliederte Kammern an, ohne daraus verallgemeinernde Folgerungen ziehen zu wollen.

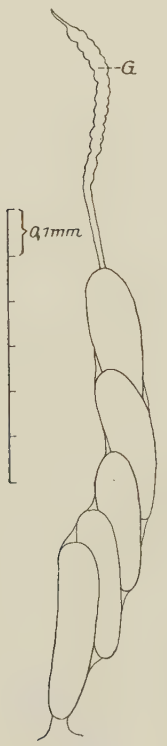


Abb. 13. *Hemiteles fulvipes* Grav. Jungfräulich. Weibchen (vor 46 Tag. geschlüpft). Ovariole mit 5 ausgewachsenen Eiern (das Tier barg insgesamt 57 Eier). G = Germarium

Findet das Weibchen keine Gelegenheit zur Eiablage, so werden die Eier im Ovar gestapelt, ohne daß die weitere Produktion dadurch beeinträchtigt wird. Die reifen Keime wandern dabei aber nicht etwa in die Eikelche ab. Sie bleiben gestaffelt hintereinander in der Ovariole liegen. Abb. 13 gibt davon ein Bild. Bei *H. fulvipes* Grav. begegneten uns oft Ovarien mit 20 bis 30 legereifen Eiern, so ein 3 Tage altes, bei 13—22 ° C in der Petrischale gehaltenes Weibchen mit 24, und 7 bei 14—18½—21½ ° C eingezwingerte, mit Zuckerwasser gefütterte Weibchen mit 14, 16, 24, 29, 30, 33 und 34 fertigen, d. h. 0,45—0,52 mm langen Eiern. Im Extrem (Abb. 13 und 14) zählten wir bei einem Weibchen dieser Art, das im Alter von 47 Tagen eingegangen war, 57 reife Eier, also je Röhre

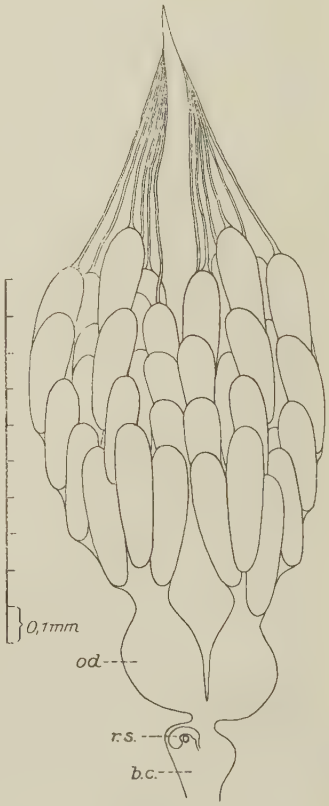


Abb. 14. *Hemiteles fulvipes* Grav. Weibchen, vor 7—8 Wochen geschlüpft. Ovarien mit zahlreichen gestapelten Eiern. od = Ovidukt, b. c. = bursa copulatrix, r. s. = receptaculum seminis

durchschnittlich 5. Dem Tier war laufend Gelegenheit zur Eiablage geboten worden, ob es etwa von dieser keinen Gebrauch gemacht hatte, war nachträglich nicht festzustellen. So auffällige Bilder sahen wir bei *H. simillimus sulcatus* nicht, sie mögen aber auch dort vorkommen.

Meistens, aber nicht immer, ist die Eibildung in allen Ovariolen des Weibchens weit vorgeschritten. Es werden also 12 Eier zugleich legereif. Bei älteren Tieren, seltener auch bei jungen und bei *H. simillimus sulcatus* häufiger als bei *H. fulvipes* Grav., erfolgt die Produktion ungleichmäßiger. Es finden sich dann nebeneinander Röhren mit reifen und solche mit erst halb erwachsenen oder noch weiter in der Entwicklung zurückliegenden Eiern. Das scheint aber vor allem für schlecht ernährte oder überalterte Individuen zu gelten, ist also kaum noch normal.

Der Legeakt selbst ist leicht zu beobachten. Pampel (1914, S. 294) ist anderer Ansicht. Er meint: „Die Ichneumoniden führen im allgemeinen eine recht zurückgezogene Lebensweise und gehen besonders bei der Eiablage ganz heimlich zu Werke. Man kann höchstens ab und zu vereinzelte Beobachtungen machen. ... Man kommt auch nicht weit, wenn man die Tiere in der Gefangenschaft hält; sie sitzen dann meist still an einem Platz oder laufen an den Wänden des Zuchtkastens hin und her und kümmern sich auch nicht um die mit ihnen zusammengesperrten Raupen. Sie fangen schnell an zu kränkeln und sterben bald. Es ist mir nicht geglückt, sie länger als eine Woche am Leben zu erhalten." Das alles gilt, entsprechende Zuchtbedingungen vorausgesetzt, für *H. simillimus sulcatus* nicht, ebensowenig für *H. fulvipes* Grav. und andere Arten der gleichen Gattung, ja wohl kaum für viele Vertreter dieser Familie. Faure (1926, S. 80) beschreibt, daß man *Pieris*-Puppen, bei denen *Pimpla instigator* F. mit dem Anstechen beschäftigt ist, anfassen und hin- und herdrehen kann, ohne daß das Tier sich stören läßt. Nun ist diese große Ichneumonide auch im übrigen nicht gerade furchtsam, und wenn sie ungeschickt gehalten wird, versucht sie energisch zu stechen. Auch die kleinen *Hemiteles*-Arten sind aber keineswegs sonderlich scheu, besonders nicht während des Legegeschäfts. So konnten wir sie dabei unvermittelt intensiv belichten, ohne daß sie sich irre machen ließen. Wenn die Weibchen gröblich durch herumlaufende Männchen gestört werden, verlassen sie allerdings die Beute. Andererseits sahen wir wiederholt mehrere Weibchen zugleich einen und denselben Kokon annehmen. Auch ist es unschwer möglich, das Weibchen mit seinem Kokon so zu orientieren, daß es in allen Phasen der Arbeit durch das Binokular hindurch beobachtet werden kann.

Ob die legewilligen Wespen ihre Beute auf größere Entfernung hin wittern, konnten wir nicht feststellen, halten es aber für nicht unwahrscheinlich. Im Zwinger verstehen sie jedenfalls, diese überraschend schnell zu finden. In unseren Zuchtzylindern vergingen nach dem Einbringen frischer *Apanteles*-Kokons oft nur Bruchteile einer Minute, bis die Weibchen sich bei diesen eingefunden hatten.

Im weiteren Verhalten unterscheidet sich *H. simillimus sulcatus* dann wenig von anderen Ichneumoniden und im besonderen kaum von *H. fulvipes* Grav., von dessen Brutgewohnheiten MARTELLI (1907, S. 215) und FAURE (1926, S. 153—154) gute Beschreibungen gegeben haben. Wenn sich das Weibchen einem Kokonhäufchen nähert, beginnen die Fühler lebhafter zu vibrieren, um dann, sobald das Tier die von der *Pieris*-Raupe gelieferte Gespinstunterlage der Kokons berührt, sich hakenförmig abwärts zu krümmen. Nunmehr wird das Objekt bestiegen und sorgfältig abgetastet, nach MARTELLI (l. c.) bei *H. fulvipes* Grav. besonders mit der Außenseite des 7. und 8. Gliedes. Man darf daraus wohl schließen, daß hier spezifische Organe des chemischen Sinnes lokalisiert sind. Fällt die Untersuchung bei einem Kokon befriedigend aus, so setzt sich das Tier in der Längsrichtung auf diesem fest, krümmt den Hinterleib abwärts und setzt den Legeapparat senkrecht auf die Kokonwand auf, um nun mit diesem die Stelle auszumachen, wo der Anstich erfolgen soll. Dabei führen die Spitzen der Legescheide und des Stachels tastende Bewegungen aus, sind also offensichtlich auch die Träger der die letzte Entscheidung treffenden mechanischen und chemischen Sinnesorgane. Ehe der Bohrakt beginnt, verhakt sich das Tier mit den Krallen in dem Gespinst des Kokons und stemmt sich fest auf, so daß es hochbeinig über der Beute steht. Die Flügel bleiben geschlossen, und auch die Beine verändern in der Folge die Lage nicht mehr. Der Stachel ist nunmehr etwas schräg nach vorn zu eingestellt, und die Spitze des Hinterleibs ein wenig zurückgenommen, so daß die Stachelscheiden nur noch mit der Spitze den Stachel berühren. Alsdann beginnen die Stechborsten zu arbeiten. Diese selbst bleiben dabei unsichtbar, ihre Tätigkeit spiegelt sich aber in leichtem Zucken oder Vibrieren der Flanken des Hinterleibs, das seinerseits wohl auf dem Wirken der an der Basis der Stechorgane inserierenden Muskulatur beruht. Jedenfalls vollzieht sich der Stechakt hier ebensowenig wie bei anderen Schlupfwespen einfach in der Weise, daß mit einmaligem kurzem Zustoßen des Stachels die Chitinhülle des Opfers durchbohrt wird. Immer bahnen zunächst die die Stachelrinne zum Rohr schließenden und mit ihr verfalzten Stechborsten dieser den Weg. STELLWAAG (1921, S. 14) beschreibt das anschaulich allgemein für Schlupfwespen: „Auf der Stachelrinne laufend und sich wie die Nadel einer Nähmaschine rasch bewegend, sägen sie sich nach und nach in die Unterlage ein, wobei die haardünne Stachelrinne mit ihnen in die Tiefe gleitet." So dürfte sich der Vorgang auch bei den *Hemiteles*-Wespen abspielen. Über dem Durchbohren der Kokonwand vergeht im allgemeinen nur eine halbe und, sofern das Tier überhaupt zum Ziel kommt, höchstens eine Minute. Sobald diese Arbeit geschafft ist und der Stachel tiefer eindringen kann, haben die Stachelscheiden ihre Aufgabe erfüllt und kehren in die Ruhelage zurück.

In bezug auf die sich nunmehr im Kokon abspielenden Vorgänge bleibt man auf Vermutungen angewiesen. Anhaltspunkte für diese bieten weitere Bewegungen der Wespe, die sich aber je nach dem, ob sie ein Ei absetzen oder Blut trinken will (siehe S. 358 ff.) verschieden verhält. Hinzu

kommen von Fall zu Fall weitere Unterschiede, die wohl durch die Verhältnisse bestimmt werden, welche die Wespe im Kokon vorfindet, also durch den Zustand des Wirtstieres. Unter normalen Umständen, d. h. dann, wenn das legewillige Tier im Kokon auf eine gesunde, unparasitierte *Apanteles*-Larve stößt, verhält sich *H. simillimus sulcatus* wohl im wesentlichen wie *H. fulvipes* Grav., für die FAURE (1926, S. 154) folgende Beschreibung gibt: „La pondeuse enfonce plusieurs fois de suite sa tarière à fond dans le cocon; dans cette position, on observe seulement des contractions de l'éxtremité de l'abdomen. C'est la période de paralysie de la victime. Enfin, dans un coup de tarière donné plus à fond, les contractions sont plus violentes et l'oeuf est déposé. Après avoir retiré sa tarière, la femelle fait sa toilette, nettoie sa tarière, lisse ses antennes et son abdomen et passe au cocon voisin." Die noch anschaulichere, von MARTELLI (l. c.) gegebene Schilderung lautet auszugsweise in freier Übersetzung: Der Stechakt dauert 8—20 Minuten, und bis er beendet ist, bleibt der Legestachel bis zur Basis in den Kokon eingetaucht. Mit bloßem Auge sieht man dabei an der Wespe keine Bewegung, bei schwacher Vergrößerung wird aber sichtbar, daß die Spitze des Hinterleibs beim Absetzen des Eis Kontraktionen ausführt. Sobald das Ei plaziert ist, pendelt die Wespe mit den Fühlern, zieht dann langsam den Legestachel heraus und verläßt nunmehr den Kokon, um in der Nähe oder weiter weg einen anderen aufzusuchen. Zuerst werden diejenigen Kokons belegt, die am bequemsten liegen, dann aber auch die anderen, ohne daß die ersteren nochmals aufgesucht werden. Sie sind vielmehr vor weiteren Besuchen sicher. Um auch die tiefer liegenden Kokons anstechen zu können, schiebt die Wespe mit dem Kopf das äußere Seidengewebe des Häufchens auseinander und zwängt sich dann zwischen dieses, so daß sie mit dem Hinterleib und mit dem Stachel die unteren Schichten der Kokons in dem Haufen erreichen kann. Dabei muß das Tier oft sehr unbequeme Lagen einnehmen. Das gilt vor allem für die Fühler, die nicht richtig ausgestreckt werden können. Die Stelle, an der die Kokons angestochen werden, variiert. Sie können sowohl an der Spitze wie im mittleren Teil liegen. Oft werden sämtliche Kokons eines Häufchens belegt, immer aber nur mit je einem Ei. Wird das Tier bei der Arbeit von Partnerinnen gestört, so läßt es sich dadurch nicht beunruhigen, fährt vielmehr im Legegeschäft fort. Auch wenn das Tier einige Eier abgelegt hat, entfernt es sich nicht weit von dem Kokonhäufchen, sondern sucht in der Nähe ein geschütztes Plätzchen auf, um auszuruhen. Nachts bleibt es auf dem Häufchen, oft in Legestellung, d. h. mit dem Stachel in einem Kokon.

Das Durchgleiten des Eis durch den Stachel haben auch wir weder bei dieser Art noch bei *H. simillimus sulcatus* wirklich gesehen oder auch nur aus Begleitumständen diesen Moment mit Sicherheit erfaßt. HASE (BISCHOFF, 1927, S. 324) berichtet, daß bei *Habrobracon juglandis* Ashm. die Flanken des Hinterleibs krampfartig zu zucken und zu zittern beginnen, wenn das Ei aus dem „Uterus" in den Legeapparat übertritt. Ein so krasses Symptom fehlt bei den *Hemiteles*-Arten. Man sollte denken,

daß die Stachelrinne beim Passieren des Eis eine Auftreibung erfährt. Das ist aber offensichtlich nicht oder doch nur in so geringem Maße der Fall, daß es sich der Beobachtung entzieht. Da das Ei mindestens 0,1 mm, der Stachel aber höchstens 0,05 mm Durchmesser hat, muß es also beim Durchgleiten eine Streckung erfahren. Derartiges kommt nachweislich bei anderen Hymenopteren vor, so nach PAMPEL (1914, S. 313) bei Ichneumonen und Vertretern des „Bohrertyps", zu denen er *Pimpla, Cryptus, Theronia, Ephialtes, Rhyssa, Odontomerus* und *Poemenia* rechnet. Eine gewisse Deformation konnte BISCHOFF (1927, S. 313) z. B. dank des durchsichtigen Legeapparates beim Legeakt der Tenthredinide *Phymatocera aterrima* Kl. direkt beobachten. Ähnlich scheinen die Verhältnisse bei Cynipiden und Chalcididen zu liegen. Immer bildet aber dabei eine Elastizität der Eihülle die Voraussetzung, und diese schien uns bei *Hemiteles* nicht sonderlich ausgeprägt zu sein.

Schwierig zu deuten ist der Mechanismus, durch den das Ei durch den Legestachel befördert wird, und die dabei wirkenden Kräfte sind viel umrätselt worden. Nach Hase (BISCHOFF 1927, S. 324) preßt bei *Habrobracor juglandis* Ashm. „der im Innern des Stachels herrschende Druck" das Ei heraus, es wird aber nicht gesagt, wie dieser Druck zustande kommt. Zu denken gibt, daß das Ei dort schon frei wird, wenn es die Grenze zwischen dem vorletzten und letzten Drittel des Legeapparats erreicht hat, sich dann quer legt und nun nicht etwa zur Ruhe kommt, sondern „den Stachel gewissermaßen als Gleitbahn benutzend" weiterrutscht und langsam dem Stachelende zuwandert. HASE stellt zur Diskussion, ob dieser Weitertransport durch eine „Flüssigkeitssäule" hervorgerufen wird, oder ob die Stachelrinne „wie ein Stempel" das Ei nach dem rückwärtigen Ende zu schiebt. Letztere Deutung ist bereits von BISCHOFF (l. c.) unter Hinweis darauf, daß die Stachelrinne zum feststehenden Teil des Legeapparates gehört, abgelehnt. Die Vermutung, daß bei der Wanderung des Eis der Druck einer Flüssigkeit mitspricht, greift dieser dagegen auf und erinnert daran, daß man bei Blattwespen mit durchsichtigem Legeapparat (*Phymatocera aterrima* Kl.) eine nachdrängende Flüssigkeit sogar direkt beobachten kann. Es scheint uns nun bemerkenswert, daß wir in einem Fall an der Spitze des Stachels eines Weibchens, als das Tier diesen nach dem Legeakt aus dem *Apanteles*-Kokon herauszog, ein Flüssigkeitströpfchen beobachteten, und daß das gleiche nach BISCHOFF (1927, S. 324) für mit der Eiablage beschäftigte Gallwespen gilt. Es ist also eindeutig sichergestellt, daß bei der Eiablage im Stechkanal Sekrete vorhanden sind. PAMPEL (1914, S. 312—313) meint, daß das Stachelinnere bei a l l e n Ichneumoniden stets von einem „durchsichtigen glashellen Faden" durchzogen ist. Bei Ophioninen und Tryphoninen konnte er darüber hinaus feststellen, daß die Stachelgräten, wenn sie sich auf die Stachelspitze zu bewegen, diese Masse heraustreiben. Sie sind darauf in besonderer Weise zugeschnitten. Ungefähr in der Mitte tragen sie nämlich zwei quergestellte Chitinlamellen, die in das Stachelinnere hineinragen und zusammen fast den ganzen Gang verschließen.

„Diese beiden Lamellen sind schräg nach der Spitze zu gerichtet und wirken auf diese Weise bei der Vor- und Rückbewegung der beiden Stachelgräten wie ein Klappventil. Ist der Stachelgang mit einer festen Masse angefüllt, so gleiten sie, wenn die Stachelgräten zurückgezogen werden, infolge ihrer schrägen Stellung über das Hindernis weg. Bewegen sich die Gräten dagegen nach der Stachelspitze zu, so richten sie sich auf, greifen in die Masse ein und schieben sie mit nach vorn." PAMPEL vermutet, daß sie das Ei dabei vor sich herschieben und daß sich die Eiablage bei anderen Ichneumoniden ebenso vollzieht. Wir halten es nach dem oben Gesagten für möglich, daß die Gattung *Hemiteles* keine Ausnahme macht, konnten die Verhältnisse infolge der Kleinheit des Objekts aber in den Einzelheiten noch nicht nachprüfen. Der Nachweis der als Klappventil wirkenden Lamellen der Stachelgräten gelang uns jedenfalls bislang nicht.

PAMPEL ist auch der Frage nach dem Ursprung der Sekrete im Stachel nachgegangen und glaubt, diese bei den Tryphoninen auf die sogenannten „Giftdrüsen" zurückführen zu müssen, während er die Frage bei den Ichneumonen offen läßt (l. c. S. 307, 314, 317). Bei den Ophioninen und Tryphoninen hat er das Sekret als zusammenhängende Masse durch das Stachelinnere hindurch bis in den „Uterus" verfolgen können. Er macht ferner darauf aufmerksam (l. c. S. 309), daß vermutlich Korrelationen zwischen Giftapparat und Schmierdrüsen bestehen, da bei solchen Formen, wo die Schmierdrüse ungewöhnlich stark ausgebildet ist, der Giftapparat fast obliteriert erscheint. „Dies läßt darauf schließen, daß die Schmierdrüse funktionell ganz oder wenigstens teilweise den Giftapparat ersetzt." An anderer Stelle (S. 308) heißt es in bezug auf erstere: „Ob dieser Schlauch in Wirklichkeit die Eier vor ihrem Durchgang durch den Legestachel einfettet, läßt sich mit Sicherheit nicht sagen; es ist dies aber daraus zu schließen, daß er bei den meisten Tryphoninen, bei denen die Eier gar nicht den Legestachel passieren, überhaupt nicht vorhanden ist." BISCHOFF (1927, S. 317) beschränkt sich bei Erörterung der Anhangsdrüsen des weiblichen Apparates darauf, PAMPELS Auffassung zu registrieren, ohne zu dieser Stellung zu nehmen, und auch STELLWAAG (1921, S. 17) hält sich in der Deutung zurück. In bezug auf die Schmierdrüse teilt er allerdings PAMPELS inzwischen wohl allgemein gewordene Auffassung, daß der Inhalt die Reibung der Eier beim Gleiten vermindert. Merkwürdigerweise lehnt er für das andere System die Bezeichnung „Giftdrüse" mit der Begründung ab, daß die Fälle, wo eine Schlupfwespe ihren Legebohrer als Wehrstachel benützt, selten sind. Das scheint uns nicht stichhaltig. Auch dann, wenn der Stachel nicht zur Abwehr eines Angreifers, sondern zum Angriff und das mit seiner Hilfe applizierte Drüsensekret zur Lähmung der Beute benutzt wird, ist die Bezeichnung Gift für letzteres wohl gerechtfertigt. Es ist außerdem nicht zu bezweifeln, daß die „Giftdrüse" der Ichneumoniden dem so bezeichneten Organ der Aculeaten homolog ist. Die morphologischen Verhältnisse ergeben das eindeutig. Wir halten daher an der alten Bezeichnung fest. Nun ist natürlich damit noch nichts über die spezielle Aufgabe der Drüse bei *Hemiteles* gesagt. Aus dem obigen Zitat aus der

Arbeit von FAURE (1926, S. 154) geht hervor, daß dieser für *H. fulvipes* Grav. eine Lähmung des Opfers annimmt, und auch BORDAS (1894, S.385 bis 387) meint, daß die während der Eiablage dem Wirt eingespritzten Sekrete der Giftdrüse der Ichneumoniden diesen unempfindlich und die Gewebe unverweslich machen. Daß das erstere auch für die Opfer von *Hemiteles* gilt, möchten wir bezweifeln. Wenigstens hält die Lähmung nicht lange vor. Wir sahen nämlich eine Larve schon 24 Stunden nach der Belegung wieder normal auf mechanische Reize, d. h. auf Berühren mit der Nadel reagieren. Überdies ist die Eigenbeweglichkeit der im Kokon ruhenden *Apanteles*-Larve zu gering, als daß der Angreifer es nötig hätte, sie vor der Eiablage zu paralysieren. Eine gewisse Konservierung des Opfers scheint aber mit der Parasitierung verbunden zu sein. Während nämlich *Apanteles*-Larven, die wir versehentlich bei der Präparierarbeit verletzt hatten, meist schnell unter Schwärzung der Fäulnis verfielen, hielten sich solche, an denen *Hemiteles*-Brut fraß, erstaunlich lange frisch, selbst dann, wenn wir sie später zusätzlich verletzten. Das Opfer schrumpfte zwar allmählich infolge des Substanzverlustes ein, behielt aber seine natürliche Farbe. Allerdings ist möglich, daß dieser Zustand nicht dem Stich der Wespe, sondern Sekreten ihrer Larve zu danken ist, die diese bei der Nahrungsaufnahme in das Wirtstier träufelt. Daß sie tatsächlich Stoffe in die *Apanteles*-Larve abgibt, erscheint uns angesichts der fortschreitenden Verflüssigung des Leibesinhalts wahrscheinlich.

Wie es nun aber auch um die Wirkung des Stichs der Wespe bestellt ist: daß diese nicht nur den Kokon, sondern auch die *Apanteles*-Larve ansticht, ist kaum zu bezweifeln. Bei ihren Blutmahlzeiten bildet das ja eine unerläßliche Voraussetzung (siehe S. 358 ff.), auch aus ihrem Verhalten beim Legeakt darf aber darauf geschlossen werden. Wir können nämlich die Beobachtung von FAURE (siehe oben), daß *H. fulvipes* Grav. nach der Durchbohrung der Wandung den zu dieser genähert senkrecht stehenden Legestachel zunächst mehrmals tief, ja, bis zur Wurzel in den Kokon eintreibt, bestätigen und hinzufügen, daß *H. simillimus sulcatus* sich ebenso verhält. Es kann nicht ausbleiben, daß der Stachel dabei in die *Apanteles*-Larve eindringt, die den Kokon ja weitgehend ausfüllt. Diese Prozedur ist von Kontraktionen des Hinterleibs begleitet, und FAURE nimmt an, daß dabei die Paralysierung des Opfers erfolgt. Wir haben später solche Larven auf Stichstellen untersucht, hatten damit aber keinen Erfolg. Offenbar schließt sich die kleine Wunde beim Zurückziehen des Stachels wieder so gut, daß sie sich nicht leicht feststellen läßt. Wohl aber fiel uns bei einer verpuppungsreifen *Apanteles*-Altlarve, die in ihrem Kokon von *H. simillimus sulcatus* belegt war, stark auf, daß die Haut mit einer Anzahl schwarzer Fleckchen gesprenkelt war, die von Anstichen herrühren könnten. Für die Entwicklung der *Hemiteles*-Brut ist der Anstich der *Apanteles*-Larve durch das Muttertier auf keinen Fall erforderlich. Auch solche Eier und Larven, die wir auf nie mit den Wespen in Berührung gekommene Wirtslarven setzten, durchliefen die Metamorphose normal.

Nach dem Anstich des Opfers zieht die Angreiferin den Legestachel wieder aus diesem zurück, so daß er etwa zur Hälfte aus dem Kokon herausragt. Dann wird er erneut tief eingestoßen, nunmehr aber ganz flach unter der Kokonwand zwischen dieser und dem Insassen entlanggeführt, so daß er mit seiner Spitze bis in Höhe des Vorderkörpers seines Trägers gelangt. In dieser Lage kommt er zur Ruhe. Das Tier verharrt so meist mehrere Minuten. Mit FAURE nehmen wir an, daß jetzt die Ablage des Eis erfolgt, das also frei zwischen Kokonwand und Wirt zu liegen kommt. Es wird nicht mit dieser oder der Larve verklebt, sondern liegt ihr durchaus lose und je nach der Stellung, die die Wespe beim Anstich auf dem Kokon einnimmt, mal mehr dem Vorderende, mal mehr dem Hinterende genähert auf. Unvermittelt wird der Stachel dann schließlich ganz zurückgenommen und in die Ruhelage zwischen den Legescheiden gebracht. Die Hinterleibsspitze führt zunächst noch einige Zeit schwache Dilatationen und Kontraktionen aus, wobei der Leibesinhalt, wie die durch die Intersegmentalhäute hindurch sichtbaren Uratzellen erkennen lassen, hin- und herflottiert. Inzwischen putzt das Tier die Stachelapparatur, den Hinterleib und die Antennen. Oft begibt es sich dann sogleich zu einem anderen Kokon, um dort das Legegeschäft fortzusetzen.

Mit seinen Vorbereitungen nimmt der Akt mehrere Minuten, oft 1/4 Stunde, zuweilen noch wesentlich länger in Anspruch, und im einzelnen variiert das Benehmen des Tieres dabei erheblich. So kann es vorkommen, daß das Weibchen 20 Minuten regungslos in der eigentlichen Legestellung verharrt, als warte es auf das Herausgleiten des Eis, und wenn es dann endlich den Stachel zurücknimmt und den Kokon verläßt, noch nicht einmal zur Eiablage gekommen ist. Umgekehrt kann sich die ganze Prozedur so schnell abspielen, daß sie erfolgreich beendet ist, wenn der Beobachter sie noch in der ersten Phase vermeint.

Auffällig ist, daß die Weibchen oft lange im Kokon mit dem Stachel herumstochern, ohne zur Ruhe zu kommen. Zweifellos geht dem Absetzen des Eis jeweilig eine sorgfältige Untersuchung des Objekts voraus, und diese beschränkt sich nicht auf die beschriebene Prüfung mit den Antennen und den Stachelscheiden. Auch der Stachel selbst spielt dabei eine Rolle. Über die Frage, ob der Kokon überhaupt mit einer *Apanteles*-Larve besetzt oder leer ist, scheint schon die Untersuchung mit den Fühlern Aufschluß zu geben. Geräumte Kokons werden nämlich im allgemeinen überhaupt nicht angestochen. Das gleiche beobachteten PICARD (1921, S. 1617) und FAURE (1926, S. 81) bei *Pimpla instigator* F. in bezug auf die Puppe von *Pieris brassicae* L. Beide Autoren suchten auch über die den Legeakt auslösenden Reflexe ins klare zu kommen. PICARD kam zu dem Ergebnis: „Le jeu de la tarière est un simple réflexe déterminé par une violente sensation olfactive" und „L'émission de l'oeuf parait dépendre d'une sensation tactile, celle de vide et de plein." Diese Auffassung basiert auf experimentellen Erfahrungen. Wurden Puppenexuvien von *Pieris* mit frischem Puppenblut bestrichen, so schritt *Pimpla instigator* F. zum Anstich. Das gleiche war der Fall, wenn die Puppe durch eine mit Puppenblut bestrichene Papier-

hülse ersetzt wurde. Zur Eiablage kam es dann noch nicht. Diese trat aber ein, wenn FAURE in die Papierhülse eine Raupe von *Agrotis segetum* Schiff. einbrachte, sofern diese dann der Hülle dicht genug anlag. Ähnlich scheint der Reflexmechanismus bei *Hemiteles* zu liegen. Leere *Apanteles*-Kokons wurden von den Wespen nach dem Betasten wieder verlassen. Ebensowenig werden aber aus dem Kokon herausgeholte, freiliegende *Apanteles*-Larven angestochen. Interessanterweise ist es nicht nötig, daß der den Wespen vorgelegte Kokon die Larve ganz bedeckt oder gar geschlossen ist, um diese zur Betätigung des Legetriebs zu bestimmen. Wir erzielten Anstich und Eiablage sowohl bei *H. fulvipes* Grav. wie bei *H. simillimus sulcatus* auch dann, wenn einer oder beide Pole des Kokons durch Scherenschnitt entfernt waren, ja, bei *H. fulvipes* Grav. in einem Falle sogar, nachdem der Kokon durch eine aus diesem herausgeschnittene $1^3/_4$ mm breite, über den Körper der Larve gezogene Manschette ersetzt war. Zu den von der lebenden Larve ausgehenden Geruchsreizen muß also der Tastreiz kommen, die die feste Kokonhülle ausübt, wenn der Stechreflex ausgelöst werden soll.

Auch wenn die Wespe in dem angestochenen Kokon eine *Apanteles*-Larve vorfindet, kommt es aber keineswegs immer bald zur Eiablage. Das Tier stochert, wie gesagt, vielmehr oft noch lange in dem Kokon mit dem Stachel herum, man gewinnt dabei den Eindruck, daß es das Objekt nach allen Richtungen hin abtastet. Es mag sein, daß solche Verzögerungen des Aktes durch ungünstige Zustände ausgelöst werden, in denen sich das Wirtstier befindet, sei es, daß dieses durch voraufgegangene Blutmahlzeiten der Wespe oder durch Parasiten geschwächt, erkrankt oder gar abgestorben ist. Auch wenn die Larven gesund waren, pflegten die Wespen aber oft so auffällig zu verfahren. Eine zwingende Erklärung können wir dafür nicht finden. Die nachstehend geäußerte Vermutung steht auf schwachen Füßen, wir möchten sie aber als Möglichkeit äußern, müssen dazu allerdings etwas weiter ausholen.

Abb. 15. Kokon von *Apanteles glomeratus* L. mit Anstichstellen von *Hemiteles simillimus sulcatus*. Daneben 2 Stichstellen stärker vergrößert

In jedem *Apanteles*-Kokon kommt immer nur eine *Hemiteles*-Larve zur Reife. Im Einklang damit setzen die Wespen bei jedem Legeakt nur 1 Ei ab. Andererseits kann derselbe Kokon mehrmals angestochen werden. Maximal zählten wir bei einem Kokon 56 und bei einem anderen gar 75 Anstichstellen von *H. simillimus sulcatus*. Diese

sind so charakteristisch (siehe Abb. 15), daß sie nicht mit Wunden anderen Ursprungs verwechselt werden können. Sie entsprechen dem Querschnittsbild des Legestachels, sind also rundlich-oval, d. h. 0,07 mm lang und 0,03 bis 0,035 mm breit. Meist ist ein Teil der Stichstellen durch eine gelbliche oder bräunliche Substanz verklebt, woraus wohl gefolgert werden darf, daß die Wespe dort dem Opfer Blut abgezapft hat, von dem ein Rest später geronnen ist (siehe auch S. 361). Oft finden sich in solchen Kokons aber auch mehrere Eier. Sie sind also wiederholt belegt und zwar in Zwischenräumen von einem und demselben oder nacheinander von mehreren Weibchen. Unmittelbar nach einer Ablage sticht das Weibchen denselben Wirt nicht wieder an. Wenigstens haben wir das nicht beobachtet. Das Tier verläßt vielmehr den Kokon sofort nach der letzten Phase des Legeprozesses. Wohl ist es bereit, benachbarte Individuen desselben Pakets anzunehmen, und versteht dabei, auch die tiefer versteckt liegenden Stücke zu erreichen, wobei es sich behende in das Innere des Häufchens hineinschiebt oder, wie Faure (1926, S. 153) sich in bezug auf *H. fulvipes* Grav. ausdrückt: „La femelle se glisse alors de son mieux au milieu de l'amas" siehe auch S. 387). Wenn das Tier nochmals zu dem 1. Kokon zurückkehrt, weiß es diesen nicht mehr als schon belegt zu erkennen, und etwaigen anderen, hinzukommenden Weibchen ergeht es ebenso. Wir müssen darin mit Faure (l. c. S. 154) Martelli (1907, S. 170—224) widersprechen, der zwar für *H. fulvipes* Grav. richtig angibt, daß bei jedem Legeakt nur 1 Ei abgesetzt wird, aber überdies meint, daß das Weibchen später den belegten von unbelegten Kokons zu unterscheiden vermag. Im Unterschied zu anderen Schlupfwespen sind die beiden in Rede stehenden *Hemiteles*-Arten dazu nicht in der Lage. Sehr oft fanden wir im *Apanteles*-Kokon mehrere Eier. Falls mehrere Weibchen in demselben Zwinger gehalten und ihnen dann nur wenige Kokons gereicht werden, bildet das sogar die Regel. So wurde je 1 Kokon belegt durch

1	Weibchen	von	*H. simillimus sulcatus*	in	24	Stunden	mit	2	Eiern
1	„	„	„	„	„	48	„	„	3	„
1	„	„	„	„	„	48	„	„	4	„
1	jungfr.	W.	„	„	„	4	Tagen	„	2	„
1	„	„	„	„	„	16	„	„	2	„
2	„	„	„	„	„	48	Stunden	„	7	„
2	„	„	„	„	„	$26^1/_2$	„	„	16	„
3	Weibchen	„	„	„	„	24	„	„	5	„
3	„	„	„	„	„	23	„	„	5	„
3	„	„	„	„	„	23	„	„	6	„
3	„	„	„	„	„	24	„	„	7	„
3	„	„	„	„	„	$24^1/_4$	„	„	9	„
3	„	„	„	„	„	25	„	„	7	„
3	„	„	„	„	„	25	„	„	8	„
3	jungfr.	W.	„	„	„	30	„	„	6	„
3	„	„	„	„	„	25	„	„	7	„

3	jungfr.W.	von	*H. simillimus sulcatus*	in	25	Stunden	mit	9	Eiern
4	Weibchen	„	„	„	„	26	„	„	7	„
3	„	„	*H. fulvipes* Grav.		„	24	„	„	5	„
3	„	„	„	„	„	24	„	„	7	„

Maximal hatten also 2 Weibchen von *H. simillimus sulcatus* in reichlich 24 Stunden 1 Kokon mit 16 Eiern bestiftet, je Weibchen also mit mindestens 8 Eiern, und diese beiden Weibchen waren unbegattet. Noch viel häufiger kommt es zum bloßen Anstechen desselben Kokons ohne Eiablage. Extrem lagen die Dinge bei einem jungfräulichen Weibchen, das einen Kokon innerhalb 6 Tagen 89mal anstach und dabei nur 2 Eier absetzte (50/387). 5 der Stiche waren mit geronnenem Blut verklebt. Auch dieses Tier hatte dann also nur auf Blutentnahme abgezielt. Beliebig lange setzen die Weibchen die Belegung eines und desselben Kokons aber nicht fort. Nach 1—2 Tagen, vielleicht nach dem Schlüpfen der Larven, pflegt ihr Interesse zu erlahmen und dann nicht wiederzukehren.

Trotz der Mehrfachbelegung kommt, wie schon erwähnt, in jedem *Apanteles*-Kokon nur 1 *Hemiteles*-Larve zur Weiterentwicklung (siehe S. 392). Es fragt sich, wodurch das bewirkt wird. PICARD (1922, S. 54—130) stellte wohl als Erster die These auf, daß eine der Larven alle Mitbewohner vernichtet, und diese Auffassung wurde von FAURE, und zwar nicht nur für *H. fulvipes* Grav. (1926, S. 154), sondern auch für *H. areator* (Panz.) Grav. (l. c. S. 150) bestätigt. Wir machten bei *H. fulvipes* Grav. und *H. simillimus sulcatus* die gleiche Erfahrung und glaubten lange, damit das solitäre Aufwachsen der Larven hinreichend erklärt zu haben. Später ist uns aber aufgefallen, daß die Eier bis auf 1 oder wenige schon zerstört sein können, ehe überhaupt eine Larve geschlüpft ist. In einem Falle sahen wir auch ein prall zur Ablage gekommenes Ei erst 24 Stunden später eintrocknen, ohne daß es inzwischen angegriffen sein konnte. Hier müssen also noch andere Einflüsse am Werk sein. Wir haben versucht, diese durch Präparieren der toten Eier zu ermitteln, sind dabei aber nicht zum Ziel gekommen. Meist waren die Hüllen zusammengefallen und lagen dann flach dem Wirtstier oder der Kokonwand auf, etwa so, wie solche, aus denen der Insasse geschlüpft ist. Zu verwechseln sind sie aber mit letzteren nicht, weil sie im Unterschied zu ihnen nicht ganz leer sind. Der Inhalt ist zwar stark zusammengeschrumpft bzw. geschwunden, zuweilen so stark, daß es Mühe macht, noch Dotter nachzuweisen, er fehlt aber nicht ganz. Nun ist es möglich, daß manche Eier von Haus entwicklungsunfähig sind. „Taube" Eier kommen ja auch bei anderen Hymennopteren vor. Sie stellten z. B. in dem von HASE (1923, S. 99—101) untersuchten Material von *Habrobracon juglandis* Ashm. zeitweilig über 50 %. Es ist auch denkbar, daß die Eier bei der Ablage Schaden nehmen und dadurch in den besagten Zustand geraten. In den Ovarien kommen allerdings nur höchst selten deformierte Keime vor, viel seltener, als daß sie zur Erklärung des Phaenomens ausreichen. Oft stellen nämlich die „leeren" Eier in den *Apanteles*-Kokons schon vor dem Schlüpfen der ersten Larve 50 % und mehr. Die Verletzung könnte

aber während des Legeaktes, etwa bei Passieren des Stachels unter dem Druck der sie herauspressenden Sekretsäule eintreten. Man sollte allerdings annehmen, daß die Hülle dann auf engen Raum zusammengepreßt würde. Sie liegt aber später, wie gesagt, flach ausgebreitet und unverkürzt auf der *Apanteles*-Larve oder der Kokonwand an. Befriedigend ist dieser Erklärungsversuch also auch nicht. Schließlich tauchte die Vermutung auf, daß die überzähligen Eier absichtlich von dem legenden Weibchen zerstört werden und zwar dann, wenn der Legestachel die auffälligen Tast- und Stocherbewegungen zwischen Kokonwand und Wirtstier ausführt, von denen wir bei diesen Beobachtungen ausgingen. Schon eine leichte Verletzung der Eischale genügt, den Inhalt zum Austreten oder Ausfließen zu bringen, und der spitze Stachel ist an sich zweifellos in der Lage, solche Beschädigungen auszuführen. Ob das Weibchen ihn tatsächlich für diese Zwecke braucht, ist eine andere Frage. Sie kann erst durch weitere Beobachtungen entschieden werden.

Es wurde oben bereits gestreift, daß das Weibchen in der Regel den Legeakt abbricht, wenn der Stachel im Kokon auf einen geschädigten Wirt trifft. In einzelnen Fällen, und zwar wohl am ehesten dann, wenn das Weibchen in Legenot ist, kommt es aber doch zur Eiablage. Von Instinktirrungen wird man dann noch nicht sprechen können. Das gleiche gilt, wenn Kokons belegt werden, in denen die *Apanteles-Larven* schon zur Verpuppung geschritten sind oder gar die Wespe bereits kurz vor dem Schlüpfen steht. Auch in diesen Fällen kann ihr Parasit nämlich noch zum Schlüpfen kommen, ja unter Umständen sogar seine Entwicklung beenden. Anders liegen die Dinge, wenn Kokons belegt werden, in denen die *Apanteles*-Larven bereits von anderen Parasiten angegriffen oder gar verzehrt sind. Solche Fälle sind selten, sie kommen aber vor. So stießen wir beim Öffnen eines in Wittenau eingetragenen, irrig als unparasitiert angesprochenen Kokons, der vom 19.—20. März 1950 auf knapp 24 Stunden mit 3 jungfräulichen Weibchen von *H. simillimus sulcatus* zusammen war, am 22. März auf eine erwachsene Altlarve eines *Hemiteles* und ein Ei von *H. simillimus sulcatus*, in dem die Larve gerade zum Schlüpfen rüstete. Es war also offenbar erst in den letzten Tagen gelegt. Die *Hemiteles*-Altlarve trug die von uns oben (siehe S. 390) als Anstichstellen angesprochenen kleinen schwarzen Flecke. Abnormer noch mutet ein zweiter Fall an. Bei diesem war ein ebenfalls aus Wittenau stammender Kokon am 14. April von einem Weibchen von *H. simillimus sulcatus* mit einem Ei beschickt worden, in dem statt einer *Apanteles*-Larve drei ausgewachsene Altlarven von *Dibrachys cavus* Walk. saßen, die diese verzehrt hatten. Wir setzten das Ei am 15. April auf eine gesunde Larve ihres natürlichen Wirts um und zogen das Tier zur Puppe auf. Es entwickelte sich dabei genähert normal, ging dann aber durch Unfall zugrunde. Auch die Chalcididen vollendeten aber zum Teil ihre Entwicklung und lieferten im Mai gesunde Vollkerfe.

Wenn das Weibchen von *H. simillimus sulcatus* die volle Reife erreicht und mit der Eiablage begonnen hat, setzt es diese bei guter Ernährung und

hinreichender Brutmöglichkeit wahrscheinlich das ganze weitere Leben hindurch ohne größere Pausen fort. Von den übrigen Milieubedingungen sind die Tiere dabei ebenso wie andere *Hemiteles*-Arten bemerkenswert unabhängig. *H. fulvipes* Grav. schreitet noch bei 13° C (FAURE, 1926, S. 153), *H. areator* (Panz.) Grav. sogar noch bei 12° C zur Eiablage (ebenda S. 150). *H. simillimus sulcatus* scheint sich nicht viel anders zu verhalten. Jedenfalls waren unsere Weibchen bei 16° C noch eifrig mit dem Anstechen von Kokons beschäftigt. Auch von der Tageszeit ist der Legeakt ziemlich unabhängig. Selbst nach Dunkelwerden sahen wir noch ein Weibchen beim Betrillern eines Kokons.

Auch die ältesten bei uns zur Beobachtung gekommenen Weibchen bargen in den Ovarien noch einige fertige Eier. So trug ein 30 Tage alt gewordenes Weibchen von *H. simillimus sulcatus,* das insgesamt 38 Eier abgesetzt hatte, beim Tode noch 7 Eier in den Röhren, und weitere Keime waren im Heranwachsen. Ein anderes Weibchen der gleichen Art (50/355), das 20 Eier gelegt hatte, barg beim Tode im Alter von 54 Tagen noch 5 ausgewachsene Eier, und mindestens 1 Ei war noch im Wachsen. Die fertigen Eier machten aber einen überalterten Eindruck. Der Dotter war nämlich nicht gleichmäßig feinkörnig wie bei frischen Eiern sondern mit größeren, kugeligen, fast wasserklaren Tröpfchen untermischt, die zum Teil bis 0,015 mm Durchmesser hatten. Ein 62 Tage alt gewordenes Weibchen von *H. fulvipes* Grav., das zunächst 48 Tage jungfräulich gelebt hatte und dann mit einem Männchen zusammengebracht war, enthielt in den im übrigen völlig obliterierten Eierstöcken noch 31 erwachsene Eier. Nach dem Hinzusetzen des Männchens hatte es nicht mehr gelegt, vorher wahrscheinlich, doch ließ sich Näheres nicht feststellen. Daß ein Weibchen von *H. fulvipes* Grav. im Alter von 47 Tagen noch 57 reife Eier mit sich führte, wurde bereits erwähnt (siehe S. 384), ebenso, daß diesem laufend Gelegenheit zum Absetzen seiner Brut gegeben aber nicht kontrolliert war, wieweit es davon Gebrauch gemacht hatte. Weitere Weibchen der gleichen Art, die 53, 55 bzw. 62 Tage alt geworden waren, bargen beim Tod noch 28, 40 bzw. 31 fertige Eier, 5 jungfräulich gebliebene im Alter von 33, 51, 53, 63 bzw. 74 Tagen noch 30, 31, 32, 39 bzw. 30 Eier.

In der Regel scheint *H. simillimus sulcatus* bei ständigem Angebot von *Apanteles*-Kokons täglich nur 1—2 Eier zu legen, wenigstens in Gefangenschaft. So belegte ein am 7. Mai geschlüpftes Weibchen vom 9.—22. Mai, also in 13 Tagen insgesamt nur 11 Kokons mit je 1 Ei. Ein anderes setzte in 25 Tagen 38 Eier ab, davon 4mal je 3 innerhalb 24 Stunden. Einmal erzielten wir von einem Weibchen von *H. simillimus sulcatus,* das damals übrigens schon mindestens 33 Tage alt war und regelmäßig, so in den voraufgehenden 8 Tagen, 18 Eier gelegt hatte, innerhalb reichlich 24 Stunden 4 Eier, und von einem zweiten, 8 Tage alten in 2 Tagen 7 Eier. Drei jungfräuliche Weibchen, von denen eines am 27. März einging, lieferten vom 6. März bis 12. April 104 Eier. Andere waren noch weniger produktiv. Das gilt noch ausgeprägter für *H. fulvipes* Grav., die wir aus unbekannt gebliebenen Gründen schwieriger als die andere Art zum Brutgeschäft brin-

gen konnten. Einmal brachten es allerdings 2 unbegattete Weibchen innerhalb 26½ Stunden auf 16 Eier, wobei es offen blieb, wie diese sich auf die beiden Individuen verteilten. In der Freiheit mögen solche Höchstleistungen häufiger vorkommen, vor allem, wenn der Eivorrat sich infolge Fehlens von Brutgelegenheit angesammelt hat, und das Tier dann plötzlich auf Kokonhäufchen stößt. An sich ist es in der Lage, mehrere Eier in kurzen Pausen hintereinander zu entlassen. So berichtet PICARD (1922, S. 77), daß *H. fulvipes* Grav. in Zwischenräumen von nur 5 Minuten legen und infolgedessen im Laufe eines Tages viele Eier legen kann. Letzteres möchten wir allerdings bezweifeln. Andererseits sahen auch wir ein Weibchen von *H. simillimus sulcatus* innerhalb 25 Minuten 2 Kokons mit je 1 Ei belegen.

Mit vorstehendem ist gesagt, daß die von uns eingezwingerten Weibchen der beiden *Hemiteles*-Arten trotz 1—2monatiger Lebensdauer durchschnittlich nur ein paar Dutzend, und im Maximum 38 Eier absetzten, wobei *H. fulvipes* Grav. noch hinter *H. simillimus sulcatus* zurückblieb. Wahrscheinlich haben wir allerdings bei unseren Zählungen nicht alle abgelegten Eier erfaßt. Das ist sehr leicht möglich, weil sie, wie oben erwähnt wurde, immer bis auf eins zerstört werden, sobald ein Kokon mit mehr als einem Keim beschickt ist. Nun darf man wohl annehmen, daß die Wespen unter normalen Bedingungen alle oder doch genähert alle in den Ovarien fertig ausgebildeten Keime zur Ablage bringen. Da wir bei *H. fulvipes* Grav. je Ovariole bis zu 5 und insgesamt im Ovar bis zu 59 reife Eier zählten, dürften auch die Gelege sich also durchschnittlich mindestens in dieser Höhe bewegen. Andererseits werden sie vielleicht nicht sehr darüber hinausgehen. In solchen Ovariolen, die es auf 5 fertige Eier gebracht hatten, fehlten nämlich junge Eikeime immer vollständig, und auch die Germarien waren weitgehend obliteriert. Wenn PICARD (1922, S. 78) angibt, daß *H. fulvipes* Grav. 60—70 Nachkommen hat, so ist damit unter Umständen das Maximum der Produktionsfähigkeit bezeichnet. Sie mag bei *H. simillimus sulcatus* in gleicher Höhe liegen.

Wiederholt war vorstehend bereits von der Eiablage jungfräulicher Weibchen von *H. simillimus sulcatus* die Rede (siehe auch Tabelle 6). Derartige Eier bleiben keineswegs taub. Sie entwickeln sich normal, liefern aber nur Männchen. Die Wespe ist also zu parthenogenetischer Fortpflanzung befähigt und dabei arrhenotok. Dieser Befund kommt nicht überraschend. Für *H. fulvipes* Grav. hat MARTELLI (1907, S. 217) und für diese Art sowie für *H. areator* (Panz.) Grav. ist von FAURE (1926, S. 147, 151 und 155) bereits das gleiche registriert. Auch bei anderen Ichneumoniden ist die Jungfernzeugung bekanntlich keine Seltenheit. STELLWAAG (1921, S. 19) hat dafür eine Reihe von Beispielen zusammengestellt. Er nennt dabei *Paniscus glaucopterus* Grav., *P. testaceus* Grav., *Bassus laetatorius F.*, *Opheltes glaucatorius*, *Sphecophaga vesparum* Curt. und *Dyspetes praerogator* L. Mit Ausnahme der ersteren folgen auch diese Arten dem DZIERZONschen Typ, nur *Paniscus glaucop-*

terus soll telytok sein. Von A. ORLOV (1924, S. 116—124) war angegeben, auch bei der Aufzucht der Eier unbegatteter Weibchen von *Hemiteles areator* (Panz.) Grav. nur wieder Weibchen, und zwar im Laufe von 5 Jahren 1238 Individuen als Nachkommen eines einzigen Tieres erzielt zu haben. FAURE (1926, S. 147) hat aber überzeugend dargelegt, daß der russischen Autorin nicht *H. areator* (Panz.) Grav. sondern eine andere Ichneumonide, möglicherweise eine andere *Hemiteles*-Art vorgelegen hat. Nach FAURE (l. c.) hat nämlich PICARD (1922, S. 54—130) bei *H. longicauda* Thoms. Telytokie festgestellt. Nach MARTELLI (1907, S. 217) ist *H. fulvipes* Grav. bei Ausbleiben der Begattung vermindert fruchtbar. Er erzielte aus 6 Kokonhäufchen von *Apanteles glomeratus* L., die mit *H. fulvipes* Grav. zusammengebracht waren, 103 Männchen und Weibchen dieser Art und 16 *Apanteles*-Wespen, aus 6 anderen Kokonhaufen, die mit jungfräulichen Weibchen des Parasiten beschickt waren, dagegen 60 *Hemiteles*-Männchen und 67 *Apanteles*-Wespen. Das Verhältnis beider Arten zueinander betrug also im 1. Fall etwa $6^1/_2 : 1$ und im 2. Fall kaum 1 : 1. Unsere Beobachtungen gingen bei *H. fulvipes* Grav. in gleicher Richtung, während das Weibchen von *H. simillimus sulcatus* in der Fortpflanzungsfreudigkeit beim Ausbleiben von Männchen nicht sonderlich nachzulassen scheint (siehe weiter unten).

Bei der Abgabe der unbefruchteten Eier verhalten sich die Weibchen nicht anders als sonst. Ein jungfräuliches Weibchen von *H. simillimus sulcatus* war schon am 2. Tag nach dem Schlüpfen mit Anstichversuchen beschäftigt, mag es dabei aber auf eine Blutmahlzeit und nicht auf Brutgeschäfte abgesehen haben. Entwicklungsfähige Nachkommen produzierte dieses Tier jedenfalls erst am 6. Tag. FAURE (1926, S. 155) meint, daß die jungfräulichen Weibchen später als die begatteten mit der Eiablage beginnen. So sah er *H. areator* (Panz.) Grav. im letzteren Fall schon am Schlüpftag beim Legegeschäft, während die jungfräulichen Individuen sich damit bis zum 5. Tag Zeit ließen. Auch nach diesem Autor (l. c. S. 155) sollen solche bei *H. fulvipes* Grav. weniger Nachkommen produzieren als die begatteten. Bei unseren eigenen Versuchen setzten 8 und zeitweilig 10 isoliert gehaltene Weibchen dieser Art vom 20. Februar bis 3. April 1950, also in 6 Wochen, zusammen nur 17 Eier ab, von denen übrigens nur 7 zur Weiterentwicklung bis zum Vollkerf gebracht werden konnten, doch mag letzteres an ungünstigen Begleitfaktoren gelegen haben. Es mag sein, daß auch das Weibchen von *H. simillimus sulcatus* fruchtbarer ist, wenn es mit Männchen zusammen lebt. In unserem Material kam das allerdings wenig undeutlich zum Ausdruck. Es setzten nämlich 9 wohl durchweg begattete Weibchen 199 Eier, davon maximal 1 Weibchen 38, und 16 zeitlebens isoliert gehaltene Weibchen 144, davon maximal 1 Weibchen 34 Eier ab. Da aber auch die Pärchen wahrscheinlich hinter der normalen Leistung zurückblieben, wird man in den Folgerungen vorsichtig sein müssen. Stark stehen bei unserer *Pezomachus*-Art Ichn. 71 die unbegatteten hinter den begatteten Weibchen an Legefreudigkeit

zurück. Wir erzielten von einem stets isoliert gehaltenen ♀ in 114 Tagen 64 Eier, also etwa ½ Ei je Tag, von einem begatteten ♀ dagegen in 82 Tagen 208 Eier, also etwa 2½ Eier je Tag.

V. Lebensdauer und Alterserscheinungen

Die über die natürliche Lebensdauer von Ichneumoniden bislang mitgeteilten Daten sind überaus dürftig und überdies korrekturbedürftig. In der Regel wird die Zeit, welche die Tiere im Vollkerfstand verbringen, unterschätzt. Es mag das daran liegen, daß sich die Autoren bei ihren Angaben naturgemäß auf Angaben mit eingezwingertem Material stützen müssen und den Wespen dort keine geeigneten Lebensbedingungen geboten haben. Nur so ist es z. B. zu verstehen, wenn PAMPEL (siehe S. 385) angibt, daß die Ichneumoniden in Gefangenschaft bald kränkeln und kaum länger als 1 Woche am Leben erhalten werden können. Dieser Befund ist um so verwunderlicher, als die echten Schlupfwespen großenteils nur sehr geringe Anforderungen an das Milieu stellen. Sie nehmen mit erstaunlich wenig Raum fürlieb. Die Parasiten von *Apanteles glomeratus* L. halten sich zum mindesten, soweit die häufigeren Arten in Frage kommen, schon in den gewöhnlichen Petridoppelschalen (Durchmesser 10 cm, Höhe 2 cm) wochenlang, auch bei Zimmertemperatur. Das gilt nicht nur für Ichneumoniden, sondern auch für Chalcididen. Nötig ist allerdings, daß sie gefüttert und regelmäßig getränkt werden. Auf diesen Umstand wurde ja bereits in Kap. III auf S. 357 hingewiesen. Wir erwähnten dort, daß die Tiere unfehlbar eingehen, wenn sie länger als 1—2 Tage dursten müssen, Hunger dagegen bei Zimmertemperatur mindestens 1 Woche ertragen. Das gilt für beide Geschlechter, aber die Männchen sind gegen Durst noch empfindlicher als die auch im übrigen widerstandsfähigeren Weibchen. Wir machten diese Beobachtung nicht nur an *H. simillimus sulcatus* und *H. fulvipes* Grav. sondern auch an anderen Ichneumoniden. Wesentlich ist bei der Ichneumonidenzucht ferner, daß die Tiere im Glas nicht direkter Besonnung ausgesetzt sind. Die dann eintretende Strahlungswärme tötet sie schnell. Bietet man den Wespen aber in bezug auf Ernährung und Temperaturverhältnisse einigermaßen zusagende Bedingungen, so halten sie sich überraschend lange. An anderer Stelle (1944, S. 442) haben wir berichtet, daß die Männchen von *Mesochorus pectoralis* Ratz. in unseren Zuchten 3 und die Weibchen sogar 4 Wochen aushielten. Größere Arten werden noch wesentlich älter als die kleinen. Die stattliche *Pimpla instigator* F. bringt es z. B. bei guter Pflege auf mehrere Monate. Während PICARD (1922) sie nur 18 bis höchstens 26 Tage halten konnte, registrierte FAURE (1926, S. 79) für die Männchen 34—65 und durchschnittlich 52 Tage, für die Weibchen 29—150 und durchschnittlich 75 Tage bei insgesamt 21 Individuen. Die Höchstdaten beziehen sich allerdings auf im Winter geschlüpfte Tiere, und es ist nicht angegeben, bei welcher Temperatur dann die Zuchten liefen.

Unsere Kulturgefäße mit *Hemiteles*-Vollkerfen wurden durchweg bei Zimmertemperatur gehalten. Diese sank an besonders kalten Tagen im

Extrem auf 11° C ab, stieg nie über 23° C und lag im Mittel um 17½° C. Es lebten dabei, sofern für regelmäßige Tränkung, Vorhandensein von Rohrzucker oder Traubenzucker in fester oder gelöster Form und Gelegenheit zur Copula und Eiablage gesorgt war,

in der Petrischale:

H. fulvipes Grav.

Männchen 2, 4, 5, 7, 7, 7, 7, 9, etwa 12 und 28 Tage,
Weibchen 3—4, 4, 5, 7, 7, 22, 23, 30 und 33 Tage,

H. simillimus sulcatus

Männchen 2, 3, 4, 5, 8, 10, 14, 16 und 17 Tage,
(Weibchen nicht untersucht),

im Zuchtzylinder:

H. fulvipes Grav.

Männchen 22, 29, 30, 35, 37, 38, 39, 43, 47 Tage,
Weibchen 11, 21, 31, 33, 40, 45, 46, 46, 53, 55, 59, 59, 60, 62 Tage,

H. simillimus sulcatus

Männchen 5, 21, 21, 22, 24, 31, 32, 36, 47, 47, 48, 54 und mindestens (50/355) 54 Tage,
Weibchen 21, 22, 24, 30, 37, 37, 54, 55 Tage.

Somit bewährte sich die Unterbringung in den Zylindern besser als die in Petrischalen. Dabei mag außer der größeren Geräumigkeit die in den Zuchtzylindern eher gegebene Möglichkeit, Schlupfwinkel aufzusuchen, mitgesprochen haben. Es wurde bereits erwähnt (siehe S. 352), daß vor allem die Weibchen davon gern Gebrauch machen.

Ob Männchen, welche Gelegenheit zur Copula hatten, eher sterben oder länger leben als solche, die vom anderen Geschlecht isoliert gehalten werden, geht aus unseren Kulturen nicht hervor. Die letzteren wurden nämlich in Petrischalen, also unter ungünstigeren Bedingungen gehalten als die anderen und hielten sich schon aus diesem Grunde nicht so gut. Wohl aber wurde festgestellt, daß solche Männchen, die sich gepaart hatten, dann nicht etwa immer alsbald eingehen. Die nachstehende Tabelle gibt dafür einige Beispiele.

Tabelle 7

Lebensdauer der Männchen vor und nach der Paarung

Spezies	Schlupftag	Copula	Todestag	Lebensdauer in Tagen	
				nach d. Copula	insgesamt
H. fulvipes Grav.	4. 4. 50	11. 4.	9. 5.	28	35
H. simillimus sulcatus . . .	18. 4. 50	24. 4.	12. 5.	18	24
H simillimus sulcatus . . .	20. 4. 50	25. 4.	11. 5.	16	21
H. simillimus sulcatus . . .	25. 4. 50	3. 5., 9. 5., 23. 5.	25. 5.	22 bzw. 16 bzw. 2	30
H. simillimus sulcatus . . .	2. 5. 50	5. 5.	7. 5.	2	5

Einigen jungfräulichen Weibchen wurden dagegen ebenso wie den Pärchen Zuchtzylinder als Wohnraum zugewiesen. Dabei zeigte sich, daß sie in der durchschnittlichen Lebensdauer hinter den begatteten zum

mindesten nicht zurückblieben. Es hielten sich nämlich 6 Weibchen von *H. simillimus sulcatus* 21, 23, 37, 37, 41 und 42 und 11 Weibchen von *H. fulvipes* Grav. 7, 11, 20, 46, 51, 53, 53, 55, 61, 63 und mindestens 74 Tage.

2 Weibchen von *H. simillimus sulcatus*, denen zwar Gelegenheit zur Paarung, nicht aber die zur Eiablage gegeben wurde, brachten es auf 41 bzw. 42 Tage.

Es lag nahe, bei den am ältesten gewordenen Individuen nach Seneszenzerscheinungen Ausschau zu halten. Überraschenderweise war von solchen aber nur wenig zu bemerken. Im besonderen fehlten fast alle von uns bei *Dytiscus marginalis* L. (1942, 7 S.) registrierten Symptome. Selbst die wenigen, 2 Monate und noch älter gewordenen Tiere machten bis zum letzten Tage einen lebensfrischen Eindruck. Sie bewegten sich ebenso lebhaft und weniger schnell als die jüngeren Exemplare.

Die Männchen scheinen zeitlebens potent zu bleiben. Das älteste tatsächlich bei der Copula beobachtete Männchen war allerdings nur 28 Tage alt. Ein im Alter von 54 Tagen eingegangenes Individuum von *H. simillimus sulcatus* (50/355) führte aber in den Hoden und in den Vasa deferentia mehr lebhaft bewegliche Spermatozoen als jedes andere zur Präparation gekommene Tier. Dabei hatte es ständig Gelegenheit zur Copula gehabt.

Daß die ältesten Weibchen noch Eier im Ovar führen, wurde schon registriert (siehe S. 384 und 396). Ob sie in den letzten Wochen noch Gelege abgesetzt haben, ist zwar meistens nicht geprüft.

Daß ein 62 Tage alt gewordenes Weibchen von *H. fulvipes* Grav. mindestens 14 Tage vorher die Brutgeschäfte eingestellt hatte, wurde schon gesagt (siehe S. 396). Das älteste, d. h. das erst nach mindestens 74 Tagen eingegangene Weibchen (55/31) war ebenfalls äußerlich nicht als überaltert kenntlich. Das Corpus adiposum war allerdings bis auf geringe bindegewebige Reste geschwunden, der Chylusmagen bis auf einen kleinen trüben Rest leer, die sonst sich in der Färbung nicht von ihrer Umgebung unterscheidenden Rektalpapillen schwach gebräunt, und die Eierstöcke bargen zwar 30 voll entwickelte Eier, aber über diesen waren die Ovariolen bis auf Fadendünne zusammengeschnurrt, die Neubildung von Eiern war also eingestellt. Abgesetzt hatte das Tier seit mindestens 20 Tagen keine Eier mehr, obgleich dazu Gelegenheit geboten war. Das älteste Weibchen von *H. fulvipes* Grav., das noch zur Eiablage schritt, war 51 oder 53 Tage alt. Von den beiden damals abgesetzten Eiern lieferte das eine eine normale, das andere eine verzwergte Junglarve.

Ein Weibchen von *H. simillimus sulcatus* setzte im Alter von mindestens 33 Tagen noch innerhalb 24 Stunden 4 Eier ab. Es lebte dann noch 22 Tage, legte aber inzwischen nur noch 4 Eier, das letzte 5 Tage vor seinem durch Unfall herbeigeführten Tod, alo im Alter von 50 Tagen. Die Sektion ergab, daß die Ovarien auch beim Ableben des Tieres ihre sekretorische Tätigkeit noch nicht eingestellt hatten. 2 Eiröhren bargen legereife Eier, bei den meisten der übrigen war noch je 1 Ei in Bildung be-

griffen, und die zugeordnete Nährkammer machte einen normalen Eindruck. Die oberen Partien der Ovariolen waren allerdings im Abbau bzw. in Auflösung begriffen. An der Mündung des Ductus seminalis waren einige Spermien erkennbar, die sich aber nicht bewegten. Die übrigen Organe befanden sich ebenfalls, soweit erkennbar, noch in durchaus lebensfähigem Zustand. Das gilt z. B. für den Darm und die Malpighischen Gefäße, in deren distalsten Abschnitten uns allerdings feste, stärker lichtbrechende Konkremente auffielen, die sonst fehlen. Die Rektalpapillen waren ein wenig gebräunt. Die Reservestoffe im Corpus adiposum schienen noch nicht ganz aufgezehrt zu sein. Uratzellen waren allerdings nicht mehr nachzuweisen, aber die für die eigentlichen Fettzellen kennzeichnenden, stark lichtbrechenden „Öltröpfchen" (siehe S. 368) waren zwar weniger zahlreich als bei jungen Tieren, doch fehlten sie nicht ganz. Schmierdrüse und Sammelbehälter der Giftdrüse waren gut gefüllt.

Während diese besonders alt gewordenen Tiere somit nur geringfügige Alterserscheinungen zeigten und mindestens teilweise nicht eines natürlichen Todes gestorben waren, unter Umständen also noch länger gelebt hätten, zeigten andere schon in geringerem Alter deutlichere Erscheinungen des Abbaus.

Das am häufigsten wiederkehrende Symptom war Erschöpfung des Corpus adiposum. Zunächst und oft schon während der ersten Lebenswochen verschwinden in dieser die Uratzellen, später auch die normalen Fettzellen, und schließlich bleiben von dem bei jungen Tieren so viel Raum einnehmenden Organsystem nur spärliche, leicht zu übersehende bindegewebige Reste. Bei dem Männchen von *H. simillimus sulcatus*, das 3mal kopuliert hatte, war dieser Zustand schon nach 30 Tagen erreicht, bei einem Männchen von *H. fulvipes* Grav. spätestens nach 37, bei einem Weibchen der gleichen Art spätestens nach 45 Tagen. Ähnliche Beobachtungen machte PAMPEL (1914, S. 277) bei anderen Ichneumoniden.

In entsprechender Weise reagierten gewisse andere, vielleicht bei der Speicherung von Reservestoffen mitwirkende Organe, so das Skrotum der Hoden und die Wandung des Chylusmagens. Beide sind bei jugendlichen Individuen auffällig gelb gefärbt. Mit zunehmendem Alter der Tiere verblassen sie mitunter.

Bei den Hoden bleibt diese Umwandlung auf den apikalen, die eigentlichen Bildungselemente des Sperma umschließenden Teil beschränkt. Sie führte auch hier nur bei einem 35 Tage alten Männchen von *H. fulvipes* Grav. zum völligen Schwinden der gelben Farbe, bei dem dieser Abschnitt in extremem Maße von den auf S. 371 erwähnten Sporen der Mikrosporidien überschwemmt war. Auch in anderen Fällen erlosch die spermabildende Potenz der Männchen beider Arten aber zuweilen verhältnismäßig früh. So ließ ein gut gepflegtes, mit anderen Männchen und Weibchen zusammengehaltenes Männchen von *H. simillimus sulcatus* schon bei dem am 22. Tag nach dem Verlassen des Kokons eingetretenen Tod in den Hoden keinerlei Bildungsmaterial mehr erkennen. Gleichzeitig hatte die Größe des Hodenkomplexes eine Reduktion erfahren.

Auf eine Reduktion der Keimdrüsen stießen wir auch wiederholt bei Weibchen und zwar zuweilen schon bei relativ jungen, fast immer aber bei solchen Tieren, die älter als 1 Monat waren. Oberhalb der reifen Eier waren dann die Ovariolen fadendünn und frei von Bildungszellen. Regelmäßig führten sie dagegen in größerem oder geringerem Maße Corpus luteum, also die Reste verbrauchter Nährzellen. Die schon bei jungen Individuen nur unscharf abgegrenzte Zone des Germariums war dann überhaupt nicht mehr feststellbar. In einem Fall, nämlich bei einem 60 Tage alt gewordene Weibchen von *H. fulvipes* Grav. stießen wir in einem Ovar auf ein degeneriertes ausgewachsenes Ei. Dieses war gebräunt und in bröckeligem Zerfall begriffen. Es mag sein, daß das bei älteren Ichneumoniden häufiger vorkommt. So berichtet Pampel (1914, S. 298) von einem alten *Campoplex*, der „kurz vor dem Ovidukt 2 reife, braun gefärbte Eier" enthielt. Doch hat man es in solchen Fällen wohl mehr mit einer pathologischen als mit einer Seneszens-Erscheinung zu tun.

Beim Darm verblaßt der Magen bei älteren Tieren von vorn nach hinten fortschreitend, um schließlich mehr oder weniger weiß oder gar farblos zu werden. Im übrigen erfährt der Verdauungstraktus nur geringe Veränderungen, wenigstens insoweit solche ohne histologische Feinuntersuchung sichtbar werden. Auffällig oft fanden wir im Oesophagus eine breiigfeste, wohl als eingedickter Zucker aufzufassende Masse, bei einem im Alter von 37 Tagen eingegangenen Weibchen von *H. fulvipes* Grav. auch einmal braune Konkremente, ein gewiß pathologischer Befund, der aber schwerlich etwas mit Alterserscheinungen zu tun haben dürfte. Vereinzelt war die Rektalampulle ungewöhnlich stark von einer nur wenig getrübten Flüssigkeit aufgebläht, in der einige festere Konkremente schwammen. Die Rektalpapillen waren dagegen oft mehr oder weniger stark braun verfärbt. Sie bildeten damit eins der auffälligsten Altersymptome. Bei den ältesten, nämlich frühestens 54 Tage nach dem Schlüpfen eingegangenen Männchen von *H. simillimus sulcatus* fehlte es dagegen. Die Malpighischen Gefäße zeigten abgesehen von der bei einem 50 Tage alt gewordenen Weibchen von *H. simillimus sulcatus* registrierten Häufung fester Konkremente in den der Mündung nahen Abschnitten keine besonderen Symptome.

Auch die Anhangsdrüsen der Genitalorgane erfuhren mit fortschreitendem Lebensalter der Tiere nur geringfügige Veränderungen. Bei den Kittdrüsen der Männchen vermißten wir diese meist ganz. Bei dem im Alter von mindestens 54 Tagen gestorbenen Männchen von *H. simillimus sulcatus* konnten wir nur noch die Granula-Substanz, nicht dagegen die farblose, leimartige Masse nachweisen. Die Giftdrüse erfährt auch bei alten Tieren kaum eine Veränderung. Das Weibchen von *H. fulvipes* Grav., bei dem die auf S. 377 erwähnten Kristalle im Sammelbehälter auftraten, war nur 11 Tage alt. Eine Altersfolge lag hier also schwerlich vor. Die sekretorische Leistung der Schmierdrüsen der Weibchen scheint bei alten Tieren zurückzugehen.

Keinerlei Veränderungen bemerkten wir an der Muskulatur und am Nervensystem, doch können solche bei letzteren leicht übersehen sein. Die Ganglien wurden nämlich zytologisch nicht untersucht.

Die Blutflüssigkeit ändert im Laufe des imaginalen Lebens offenbar ihre zelluläre Zusammensetzung erheblich, wir mußten jedoch von einer Spezialuntersuchung absehen, die allein über etwaige Zusammenhänge mit Alterserscheinungen hätte Aufschluß geben können.

Die Hautdrüsen scheinen mit der Zeit an Leistung nachzulassen. Bei alten Tieren verlieren nämlich die Gelenkhäute an Elastizität. So nur ist es wohl zu verstehen, daß sie dann viel leichter als bei jugendlichen Tieren zerreißen. Das fiel uns zuerst bei der Präparation der Veteranen beiderlei Geschlechts auf. Bei ihnen ließen sich z. B. Kopf und Abdomen viel leichter vom Thorax trennen als bei frisch der Puppenhülle entstiegenen Stücken. Zu dem für überalterte Insekten anderer Art, vor allem für Käfer so charakteristischen Abstoßen der letzten Extremitätenglieder, z. B. der Fühlerspitzen und der Tarsen, kam es aber bei unseren *Hemiteles*-Wespen nie.

Zusammenfassend läßt sich etwa folgendes sagen. Die natürliche Lebensdauer von *H. similimus sulcatus* und *H. fulvipes* Grav. beträgt während der Vegetationsperiode mindestens 1—2 Monate und liegt bei den Männchen etwas niedriger als bei den Weibchen. Künstlich kühl gehaltene Individuen werden länger leben und unter Umständen sogar überwintern können. Unter den Alterserscheinungen ist weitgehende Obliteration des Fettkörpers die auffälligste. Infolge des Schwindens der Reservestoffe verfallen auch die Geschlechtsdrüsen dem Schwund und schließlich fast völliger Obliteration. Die Ovariolen werden bis auf fadendünne Stränge reduziert. Dementsprechend läßt die geschlechtliche Tätigkeit allmählich nach, und zwar bei den Männchen wohl meist eher als bei den Weibchen. Die gelbe Farbe des Chylusdarms geht in weiß über, die Rektalpapillen werden braun. Die Intersegmentalhäute büßen an Elastizität ein, doch kommt es nicht zum Abstoßen terminaler Glieder der Extremitäten.

F. Literaturverzeichnis

BISCHOFF, H., Biologie der Hymenopteren. Eine Naturgeschichte der Hautflügler. 598 S., Berlin 1927.

BLUNCK, H., Das Geschlechtsleben des *Dytiscus marginalis* L. 1. Teil. Die Begattung. Zeitschr. Wiss. Zool. **102**, 169—248, 1912.

— — Lebensdauer, Fortpflanzungsvermögen und Alterserscheinungen beim Gelbrand (*Dytiscus marginalis* L.). Zool. Anz. **58**, 7 S., 1924.

— — Zur Kenntnis der Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L. 1. Beitrag: *Mesochorus pectoralis* Ratz. und seine Bedeutung für den Massenwechsel des Kohlweißlings. Zeitschr. angew. Entom. **30**, 413—491, 1944.

BORDAS, L., Anatomie de l'appareil venimeux des Ichneumonidae. Zool. Anz. **17**, 385—387, 1894.

BREMER, H., Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. Zeitschr. angew. Entom. **14**, Heft 2, 254—272, 1928.

FARWICK, SUSANNE, Zur Kenntnis der Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L. Über einige Chalcididen als Parasiten von *Apanteles glomeratus* L. Bonn, Druckerei Scheur & Kroth, 108 S., 1947.

FAURE, J. C., Contribution à l'étude d'un complexe biologique: La Piéride du Chou (*Pieris brassicae* L.) et ses parasites hyménoptères. 221 pp. + 7 pl., Lyon 1926.

GYÖRFI, I., Die Gradation der Schlupfwespen. Erdészeti Kisérletek **49**, Sep. 28 S., 1949.

HASE, A., Biologie der Schlupfwespe *Habrobracon brevicornis* (Wesmael) Braconidae. Arbeiten Biol. Reichsanstalt **11**, 95—168 + 6 Taf., 1923.

— — Zur Kenntnis wirtschaftlich wichtiger Tierformen. 1. Über den Stech- und Legeakt, sowie über den Wirtswechsel von *Lariophagus distinguendus*. Naturwissenschaften **12**, 377—384, 1924.

KORSCHELT, E., Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere. Allg. Teil, 1902.

MARTELLI, G., Contribuzioni alla biologica della *Pieris brassicae* L. e di alcuni suoi parassiti ed iperparassiti. Boll. Lab. zool. gen. e agr., Portici, **1**, 170—224, 1907.

* MÜLLER, KLOTHILDE, Neue Beobachtungen über den Begattungsvorgang bei der Honigbiene. Deutsch. Imkerführer **16**, S. 12, 1940.

* ORLOV, A., Observations sur la parthénogénèse de l'*Hémiteles areator* Panz. La Déf. des Plantes, Léningrad, **1**, Nr. 3—5, 116—124, 1924.

PAMPEL, W., Die weiblichen Geschlechtsorgane der Ichneumoniden. Zeitschr. wiss. Zool. **108**, 290—357, 1914.

PARDI, L., I corpi grassi degli Insetti. Redia **25**, 87—288, 1939.

PICARD, F., Le détermisme de la ponte chez un Hyménoptère térèbrant le *Pimpla instigator* F. Comptes rend. Acad. Sc. S. 1617. Paris, Juin 1921.

— — Contribution à l'étude des parasites de *Picris brassicae* L. Bull. biol. France et Belgique, **57**, fasc. 1, 54—130, 1922.

SCHMIEDEKNECHT, O., Opuscula Ichneumonologica **2**, Fasc. 6—13, 411—998. Blankenburg 1904—1906.

SMITH, H., An Attempt to Redefine the Host Relationships Exhibited by Entomophagus Insects. Journ. econ. Entom. **9**, 477—486, 1916.

STELLWAAG, F., Die Schmarotzerwespen (Schlupfwespen) als Parasiten. Monographien zur angewandten Entomologie Nr. 6, 100 S. Berlin 1921.

TASCHENBERG, E. L., Die Schlupfwespenfamilie Cryptides (Gen. V. Cryptus Gr.) mit besonderer Berücksichtigung der deutschen Arten. Zeitschr. Ges. Naturwissenschaft **25**, 1—142, 1865.

WEBER, H., Lehrbuch der Entomologie. 726 S. Jena 1933.

ZANDER, E., Der Bau der Biene. 3. Aufl. 190 S. Stuttgart 1946.

Die mit * ausgezeichneten Arbeiten waren dem Verfasser nur im Referat zugänglich.

Die ökologischen Beziehungen zwischen Arthropoden und Mollusken

Von

Dr. Hans-Peter Plate

(Aus einem gelegentlich einer Besprechung im Institut für biologische Forschungen und Pflanzenschutzamt in Berlin-Dahlem am 6. Juli 1949 gehaltenen Vortrag.)

Inhaltsübersicht:

Einleitung. — A. Crustacea (Krebstiere), Entomostraca (Niedere Krebse), Malacostraca (Höhere Krebse). — B. Arachnoidea (Spinnentiere), Opiliones (Weberknechte), Araneina (Webespinnen), Acari (Milben). — C. Hexapoda (Insekten), Coleoptera (Käfer), Hymenoptera (Hautflügler), Diptera (Zweiflügler), Trichoptera (Köcherfliegen). — Zusammenfassung. — Literatur.

Einleitung

Die ökologischen Beziehungen zwischen der Molluskenfauna und den Arthropoden sind sehr zahlreich, jedoch nicht so mannigfaltig, wie man es annehmen möchte. Maßgebliche Arbeiten, die sich mit dieser Materie befassen, liegen in der Literatur noch nicht vor. Ich habe mich bemüht, aus den vorhandenen spärlichen Angaben in einschlägigen Arbeiten geeignetes Material zusammenzutragen, um ein etwas abgerundetes Bild erscheinen zu lassen. Dieser Aufgabe habe ich mich gern unterzogen, weil es mir zweckmäßig erschien, die bestehende Lücke allmählich auszufüllen, um so mehr, als die ökologischen Beziehungen zwischen den Objekten meines bisherigen Spezialgebietes — der Molluskenfauna — und anderen Tiergruppen mir besonders am Herzen liegen.

Die festgestellten Beziehungen beruhen zwar nicht auf Gegenseitigkeit, sondern sind überwiegend recht einseitiger Natur. In fast allen Fällen liegt den Beziehungen der Selbsterhaltungstrieb zugrunde und zwar in der Form, daß die Arthropoden agressiv auftreten, während die Mollusken fast ausschließlich eine passive Rolle spielen, dies auch in den Fällen, wo der Selbsterhaltungstrieb gegenüber dem Fortpflanzungstrieb in den Hintergrund tritt.

Ich habe bei meinen Untersuchungen die festgestellten Beziehungen in systematischer Reihenfolge der Arthropoden geordnet, wodurch sich auch die anliegende Tabelle ergibt. In diese Übersicht habe ich alle wünschenswert erscheinenden Angaben aufgenommen, um meine textlichen Ausführungen möglichst kurz fassen zu können.

Dabei bin ich mir durchaus darüber im klaren, daß meine vorliegende kleine Arbeit auf lückenlose Vollständigkeit keinen Anspruch erheben kann und möchte mir für einen späteren Zeitpunkt eine Ergänzung vorbehalten.

An dieser Stelle möchte ich meinen Dank dafür zum Ausdruck bringen, daß der Leiter des Instituts für biologische Forschungen und Pflanzenschutzamt Berlin, Herr Dr. Zacher, mir durch seine Anregungen den Anlaß für die Bearbeitung dieser Materie gegeben hat.

Ferner danke ich Herrn Geh.Rat Prof. Dr. Escherich für seine freundliche Beratung bei der Drucklegung meiner Arbeit.

A. Klasse: *Crustacea* (Krebstiere)

Unterklasse: Entomostraca (Niedere Krebse)

Aus der Unterklasse der Entomostracen sind zunächst die an eine parasitische Lebensweise auf Mollusken angepaßten Copepoden (Ruderfußkrebse) zu erwähnen, die ausschließlich marine Molluskenarten befallen. Außerdem müssen die Cirripedien (Rankenfüßler) berücksichtigt werden, die auf den Gehäusen mariner Mollusken als Kommensalen leben. Von allen übrigen Crustaceen weichen die Cirripedien dadurch ab, daß sie im ausgebildeten Zustand die freie Ortsbewegung aufgegeben haben und nach Art der Brachiopoden festgewachsen sind. Zur Ansiedlung benutzen sie gelegentlich die Körper anderer Tiere, insbesondere auch die Gehäuse von Schnecken und Muscheln. Die Anheftung erfolgt mit dem Rücken ganz in der Nähe des vorderen Kopfendes; die vorderen Antennen dienen der ersten Befestigung, die eine dauernde wird, indem eine nahe dem Kopf mündende Zementdrüse einen rasch erhärtenden Kitt liefert. Die bei den Balaniden zu einer Platte verbreiterte Anheftungsstelle ist bei den Lepadiden zu einem langen Stiel ausgezogen.

Zur Unterordnung der Rhizocephaliden gehören Formen, wie z. B. *Peltogaster paguri* Rathke, die auf der Bauchseite von Paguriden (Einsiedlerkrebsen) festsitzen und mit ihrem Stiel an der Grenze von Abdomen und Cephalothorax des Krebses eindringen. Mit reichlichen, an Wurzeln erinnernden Verästelungen des Stieles durchsetzen sie die Organe, besonders die Leber des Wirtes, welche sie aussaugen. In diesem Falle sind die Beziehungen indirekte, indem der Einsiedlerkrebs Schneckengehäuse bewohnt und die Cirripedien wiederum als Parasiten am Einsiedlerkrebs auftreten.

Sehr kleine Formen der genannten Ordnung treten auch als Parasiten in Bivalven auf.

Unterklasse: Malacostraca (Höhere Krebse)

Die Gewohnheit sich zu verbergen, hat viele Dekapoden dazu geführt, unter und in Schalen von Mollusken Schutz zu suchen. Dahin gehören vor allem die Einsiedlerkrebse (*Paguridae*), die in der überwiegenden Mehrzahl sich in gewundenen Gastropodenschalen ver-

kriechen und oft außerordentlich zweckentsprechende Einrichtungen haben, um beim Zurückziehen die Mündung derselben zu verschließen. So können die Scheren deckelförmig verbreitert sein, wobei sowohl die eine, dann größere, oder beide, dann gleichgroßen, zusammen den Verschluß bilden. Andere Arten, die zu den primitivsten Formen der Familie gehören, und noch keine spezifische Anpassung der Scherenfüße zeigen, verbergen sich in den geraden Röhren von *Dentalium*. Wieder andere Formen, wie *Porcellanopagurus* und einige *Dromiacea* (*Conchoecetes, Hypochoncha*), halten eine Bivalvenschale über sich und bedecken so ihren Körper vollkommen.

Das Leben von Dekapoden auf und in anderen Tieren (Synökie, Kommensalismus) ist eine häufige Erscheinung.

Unter den Formen, die im Innern von anderen Tieren leben, sind schon seit dem Altertum die Muschelwächter (*Pinnotheres*) bekannt; sie finden sich nicht nur in der Mantelhöhle von *Pinna*, sondern auch von anderen Mollusken. Manchmal ist eine *Pinnotheres*-Art an bestimmte Bivalven gebunden, andere Arten finden sich in verschiedenen Muschelspezies.

Die Weibchen von *Pinnotheres* sind dauernd an ihren Wirt gefesselt, während die kleineren Männchen frei leben und die Weibchen nur zur Zeit der Begattung aufsuchen. Anders ist es bei gewissen Pontoniiden (*Conchodytes, Pontonia*), wo Weibchen und Männchen paarweise im Innern von Muscheln leben, in die sie schon als Larven eindringen und in denen sie dauernd gefangen bleiben. Auch eine Alpheide, *Athanas grimaldii*, lebt in *Pinna*.

Zahlreiche marine Dekapoden sind Molluskenfresser, in unseren einheimischen süßen Gewässern sind es vor allem der amerikanische Flußkrebs, *Cambarus affinis*, und die chinesische Wollhandkrabbe, *Eriocheir sinensis*, die sich vorwiegend von Mollusken nähren.

Bei der animalischen Kost des amerikanischen Flußkrebses ist die überwiegende Bevorzugung der Mollusken zu bemerken, hinter der alle anderen Nährtiere weit zurückstehen. *Cambarus* bevorzugt die kleineren und dünnschaligen Schnecken, junge Exemplare der *Radix*-Arten, von *Lymnaea stagnalis, Valvata, Bithynia, Lithoglyphus* und ähnlichen. An Muscheln wurde außer *Dreissensia polymorpha* keine andere Art festgestellt.

Eriocheir sinensis hat besondere Vorliebe für Schnecken und Muscheln, in erster Linie für *Sphaerium* und *Pisidium*. Wahrscheinlich nach Mollusken suchend, arbeiten die Tiere langsam rückwärts schreitend mit ihren Scheren Strich für Strich den Boden durch, wobei ihnen die Haarpolster vielleicht als Tastorgane dienen. Sie ergreifen die Beute mit den Scheren und führen sie unter Zuhilfenahme der dritten Kieferfüße zum Munde. Kleine Schnecken und Muscheln verschwinden ganz zwischen ihren kräftigen Kiefern. Größere Schaltiere wie die Teichmuschel (*Anodonta*) und die Flußmuschel (*Unio*) werden am dünnen Schalenrand aufgebrochen und sauber ausgefressen.

Wattfischer haben beobachtet, wie die Wollhandkrabben im Watt bei auflaufender Flut hinter den Muschelbänken lauern, bis die Mies- und Sandklaffmuscheln nach der mehrstündigen Ebbezeit zum ersten Male wieder ihren Weichkörper aus der Schale hervorstrecken, den sie dann plötzlich ergreifen, herausreißen und verzehren.

Cephalopoden, insbesondere *Octopus,* sind arge Feinde der Dekapoden. Hier liegt der selten eintretende Fall vor, daß eine Molluskengruppe aktiv Arthropoden angreift.

B. Klasse: *Arachnoidea* (Spinnentiere)

Ordnung: Opiliones (Weberknechte)

Eine Art der Ordnung der *Opiliones* ist als Schneckenfresser bekanntgeworden. *Ischyropsalis helwigii* Panz. packte Gehäuse von *Helicolimax pellucidus* und von Schnecken mit hyalinen Schalen (Gattung *Retinella, Oxychilus* usw.) am Saume und transportierte sie an einen möglichst unbelichteten Platz. Dort setzte er sie mit dem Apex auf den Boden, mit einer Chelicere den Saum festhaltend. Mit der anderen Chelicere tastete er nach dem Weichkörper der Schnecke im Innern des Gehäuses. Sobald er das Tier erreicht hatte, begann er Stücke aus ihm herauszureißen. Zog sich die Schnecke so weit zurück, daß er sie nicht mehr erlangen konnte, so vergrößerte er die Angriffsfläche durch teilweises Aufbrechen des Gehäuses. Dann wurde die Schnecke vollständig aufgezehrt.

Von der genannten Art werden auch Nacktschnecken gefressen, zum Teil solche, die die Körpergröße des Weberknechtes um das Doppelte übertreffen, wie *Agriolimax agrestis* und *Arion hortensis.*

Ordnung: Araneina (Webespinnen)

Unter den Spinnen ist es insbesondere die *Argyroneta aquatica,* die Schneckenschalen von *Lymnaea stagnalis* und *Planorbis corneus* als Wohnung verwendet. Die Netzkonstruktion, die in solchen Fällen angelegt wird, unterscheidet sich tatsächlich nicht von der ihrer Verwandten auf dem Lande. In leeren Schneckenschalen, die an der Wasseroberfläche einfrieren, überwintern die Wasserspinnen sehr häufig. Die Tiere tragen vor Eintritt des Frostes Luftblasen so lange in das Gehäuse ein, bis diese an die Oberfläche der Gewässer treiben und dort schwimmen.

Ordnung: Acari (Milben)

Über ökologische Beziehungen zwischen Hydrachniden und Wassermollusken ist uns bekannt, daß Paraphagen ausschließlich auf die Gattung *Unionicola* in ihren Untergattungen *Pentatax, Hexatax* und *Unionicola* s. str. beschränkt sind.

Diese Tiere legen ihre Eier zwischen die Mantellappen vorwiegend von Muscheln der Gattungen *Unio* und *Anodonta.* Mit der Eiablage scheint ein Reiz verbunden zu sein, der die Muscheln veranlaßt aus den

Mantellappen eine Cyste zu entwickeln, die die Eier umschließt. Bei sämtlichen Arten der Gattung *Unionicola,* die als Paraphagen bei Mollusken auftreten, reifen in dieser Cyste die Larven heran, bei einigen vollzieht sich an dieser Stelle die gesamte Entwicklung. Über die Nahrungsaufnahme ist noch nichts Genaues bekannt, vermutlich liefert das zwischen den Kiemenblättern durchströmende Wasser die Nahrungsstoffe, möglicherweise ist es aber auch der Schleim der Muscheln, der diesen Tieren als Nahrung dient.

Die bekannteste Art aus der Reihe der Unionicolinen ist *Unionicola ypsilophora* die auf dem Rücken eine y-förmige gelbe Zeichnung trägt, welche als durchschimmerndes Exkretionsorgan gedeutet wird.

Verfolgen wir den Entwicklungsgang dieses Schmarotzers, so stellen wir fest, daß aus den Eiern nach ungefähr 10—12 Tagen die Larvae schlüpfen, diese durchbrechen ihre Eischale und arbeiten sich aus der Cyste heraus ins freie Wasser. Nach kurzer Zeit suchen sie eine andere Muschel auf und machen hier die weitere Entwicklung zur Nympha durch, diese erfolgt wieder in einer von den Mantellappen der betreffenden Muschel gebildeten Cyste. Erst die Adulti leben endgültig frei.

Ähnliche Lebenserscheinungen werden für die europäischen Arten *Pentatax tricuspis* Koen. und *Pentatax aculeata* Koen. angegeben, deren Eiablage und Entwicklung sich in den Muscheln vollzieht. Die Nymphae und Adulti leben frei, jedoch begeben sich die Nymphae zur Entwicklung zum Adultus in eine Muschel zurück.

Den gesamten Lebenszyklus in Muscheln, insbesondere in *Anodonta*-Arten, durchlaufen *Pentatax bonzi* Cl. und *Pentatax intermedia* Koen. Ein Wirtswechsel dieser beiden Arten ist jedoch in den reiferen Stadien ebenfalls möglich.

Aus nordamerikanischen Muscheln sind verschiedene Unionicolinen beschrieben worden, wahrscheinlich ist eine dieser Arten für Nordamerika endemisch, die *Najadicola ingens* Koen. Bei dieser wurde festgestellt, daß sich die Tiere im Nymphenstadium oft um die Ausführöffnung für das Atemwasser und die Exkremente sammeln, was vermutlich in der Nahrungsaufnahme seinen Grund hat. Auch in Brasilien und in Südaustralien wurden Unionicolinen in Süßwassermuscheln nachgewiesen, und zwar *Unionicola proximus* Koen. bei *Castalina nehringi* und *Unionicola cirrosa* Koen. bei *Diplodon nepeanensis.*

VITZTHUM (1942) gibt an, daß unsere europäische Flußperlmuschel *Margaritana margaritifera* nicht von Unionicolinen befallen wird, während diese Paraphagen die in Nordamerika lebenden Flußperlmuscheln bewohnen. Da sich die Milben nicht zwischen dem Mantel und der Schale der Muschel aufhalten, dürften sie auf die Perlenbildung keinen Einfluß haben. Angeblich sollen aber dennoch Reste von Milben in Perlen gefunden worden sein.

Andere Wassermollusken, außer den genannten, insbesondere Gastropoden, sollen im allgemeinen nicht von Unionicolinen aufgesucht

werden. Allerdings ist in der Kiemenhöhle einer südamerikanischen *Ampullaria, Unionicola ampullariae* Koen. in adultem Stadium gefunden worden. Auch in der Kiemenhöhle der indischen Ctenobranchiaten *Lecythoconcha (Viviparus) lecythis* fanden sich Milben, die aber nicht näher beschrieben wurden.

Allgemein gilt für die Unionicolinen, daß sie in mancher Beziehung an das Schmarotzerleben angepaßt sind, die Schwimmhaare fehlen und eine Verkürzung der Extremitäten ist eingetreten, außerdem ist das Tracheensystem zurückgebildet.

Wesenberg-Lund (1939) erwähnt schließlich, daß er Eischnüre von *Lymnaea stagnalis* gefunden habe, die 10—20 rote Wassermilben enthielten. In der Gallertmasse befand sich jedoch kein einziges Ei, so daß der Autor annimmt, daß die Milben die Eier noch vor dem Schlüpfen der Schnecken aufgezehrt haben. Die Art ist nicht bestimmt worden, scheint jedoch dem Genus *Arrhenurus* nahezustehen.

Meine Ausführungen über die Wassermilben abschließend, möchte ich noch bemerken, daß auch auf einer *Chiton*-Art Milben, und zwar der Gattung *Halixodes* (Fam. *Halacaridae*), festgestellt worden sind.

Die terrestrischen Gastropoden, Gehäuse- und Nacktschnecken, werden ebenfalls von paraphagen *Acari* befallen. In Europa wurde der Ereynetide *Ricardoella limacum* Schrank auf *Limax maximus, Limax flavus, Arion empiricorum, Helix pomatica, Helix aspersa, Pomatias elegans, Oxychilus cellarium* und *Testacella scutulum* nachgewiesen. Die Eiablage erfolgt im Atemloch der betreffenden Schnecken. Die Milben können sich mit großer Geschwindigkeit auf dem Körper der Weichtiere bewegen, betreten jedoch bei den Gehäuseschnecken nicht die Schalen. Bei Gefahr flüchten die Tiere in das Atemloch des Wirtes. Wahrscheinlich nähren sie sich vom Schleim der Schnecken, der auch ihre Eier im Atemloch festhält, die herumlaufenden Milben aber nicht in der Bewegung hindert.

Ricardoella limacum Schrank wurde auch in Australien auf *Limax maximus* und *Limax flavus* vorgefunden. In Nordamerika wurde *Ricardoella concolor* Haldemann auf Limaciden und auf der *Polygyra pennsylvanica* festgestellt. In den Kongoländern wurden *Acari* schließlich auch auf einer *Achatina* gefunden, über ihre systematische Stellung ist aber noch nichts bekannt geworden.

C. Klasse: *Hexapoda* (Insekten)

Ordnung: Coleoptera (Käfer)

Sehr vielseitige ökologische Beziehungen zu den Mollusken unterhalten verschiedene Gruppen der Insekten. Unter diesen sind es insbesondere die Coleopteren, die eine ausführlichere Darstellung erforderlich machen.

Eine große Anzahl verschiedener Käfer und Käferlarven nähren sich von Landschnecken. Hier möchte ich zuerst einen Überblick über

die Abwehrmöglichkeiten der Landschnecken gegenüber dem Angriff der Käfer geben. Bei Gehäuseschnecken hindert meist die schützende Schneckenschale den Käfer an die Weichteile zu gelangen. Zwei Möglichkeiten bestehen für ihn seine Beute dennoch zu überwältigen. Entweder er knackt das Gehäuse entzwei, oder er sucht den Weichkörper zu fassen, unter Umständen durch Eindringen in die Schalenmündung.

Feste Gehäuse kann der Käfer naturgemäß nicht bewältigen, daher handelt es sich meist um kleinere Arten, die von den Insekten geknackt werden. Die dazu erforderliche Beißanstrengung ist nur dickköpfigen Formen mit kräftigen Mandibeln möglich. Natürlich stehen derartig ausgebildeten Käfern auch andere Tiere als Nahrung zur Verfügung, die eine gewisse Beißanstrengung bedingen. Gewöhnlich werden aber bald für solche Käferarten die Landschnecken die Hauptnahrung, da sie meist in den betreffenden Gebieten in großer Menge vorhanden sind, so daß diese Verdickung des Kopfes mitunter direkt als eine Anpassung an Schneckenfraß wirkt.

Bei einem Angriff auf den Weichkörper der Landschnecke durch Raubkäfer und ihre Larven versucht diese ihrem Schicksal zu entgehen. Die ihr gegebenen Abwehrmittel sind verschiedenartig, je nach dem ob es sich um Landdeckelschnecken oder Pulmonaten handelt.

Die landbewohnenden Prosobranchier sind in den Tropen sehr artenreich, während es in der deutschen Molluskenfauna nur wenige Arten gibt, deren größte *Pomatias elegans* ist. Gegenüber Feinden aus der Insektenfauna sind alle diese Formen dadurch geschützt, daß das Gehäuse durch einen kalkigen oder hornigen Deckel verschlossen werden kann. Bei einem Angriff verschließt die Schnecke ihr Gehäuse so schnell, als irgend möglich, mit dem Deckel. Die durch Bisse oder den Verdauungssaft von Raubkäfern oder Käferlarven angegriffenen Landdeckelschnecken ziehen sich meist ruckartig ins Gehäuse zurück und verharren je nach der erlittenen Verletzung längere Zeit in dessen Schutz, falls es den Tieren gelang, das Gehäuse normal mit dem Deckel abzuschließen. War dies aber nicht möglich und beispielsweise der Kopf des angreifenden Käfers beim Zurückziehen der Schnecke ins Gehäuse zwischen dieses und den Deckel geraten, so setzt zunächst ein starker Druck des Deckels aufs Gehäuse ein, der aber einem chitingepanzerten Käferkopf wohl meist wenig Schaden zufügt. Es kann auch vorkommen, daß plötzlich ein Teil des Weichkörpers wieder aus dem Gehäuse heraustritt und nochmals das ruckartige Zurückziehen stattfindet, offensichtlich in der Absicht, den Gegner abzuschütteln und das Gehäuse mit dem Deckel zu verschließen. Weitere Abwehrmaßnahmen konnten bei Prosobranchiern nach BOETTGER (1935) nicht beobachtet werden.

Bei den Pulmonaten werden nur im ruhenden Zustande die Schalen zeitweilig mit einem Verschluß in Gestalt eines oder mehrerer Epiphragmen versehen, der zum Schutz gegen Austrocknung angelegt

wird. Diese Epiphragmen bestehen teils aus dünnhäutigen Membranen von erhartetem Schleim, teils wird ihnen, vor allem in warmen Trockengebieten, mehr oder weniger Kalk eingelagert. Ich erwähne hier besonders den Winterdeckel von *Helix pomatia*. Die Verschlüsse sind nur in stärkerer Ausbildung für die angreifenden Insekten nicht zu bewältigen, dagegen werden die bei den Pulmonaten Mitteleuropas hauptsächlich verbreiteten dünnen Membranen von den Raubkäfern und manchen Käferlarven leicht durchbissen oder durchstoßen.

Ein umherkriechendes Exemplar einer Pulmonatenart kann sich vor einem angreifenden Insekt weit tiefer in das Gehäuse zurückziehen, als eine durch den Deckel behinderte Deckelschnecke. Aber die Mündung bleibt ungeschützt, und der Angreifer kann je nach dem Größenverhältnis zwischen ihm und seinem Opfer folgen. Es lassen sich nun auffallende Zusammenhänge zwischen Organisation und Lebensweise bei den Schneckenfressern erkennen. Um den Körper von Gehäuseschnecken aus den oft engen Windungen herausfressen zu können, ist ein kleiner beweglicher Kopf und ein schmaler Brustabschnitt von Vorteil. Der Kopf muß außerdem gegen das Brustschild und dieses wiederum gegen den Hinterleib leicht drehbar sein, um seitliche Verbiegung zu ermöglichen. Die sich von Schnecken ernährenden *Cychrus*-Arten besitzen diese Eigenschaften in großer Vollendung. Bei ihnen ist der Vorderkörper konisch zugespitzt, der mit einer langvorgezogenen Oberlippe ausgestattete Kopf und das Halsschild am abdominalen Rand eingeengt. Während unsere *Cychrus*-Arten isoliert dastehende Formen sind, läßt sich für den mediterranen *Carabus morbillosus* F. der allmähliche Übergang vom normalen Carabustyp zur hochgradig cychrisierten Form verfolgen. Auch unter den bei uns einheimischen Silphiden weisen die auf Schneckennahrung spezialisierten Arten *Phosphuga atrata* L. und *Ablattaria laevigata* Fabr. im Verhältnis zu verwandten Arten mit anderer Ernährungsweise eine deutliche Verschmälerung des Brustabschnittes bei schnauzenförmiger Verlängerung des Kopfes auf.

Das Zurückziehen des Weichkörpers ins Gehäuse ist unter Umständen ein wirksamer Schutz für die Schnecke. Besonders gefährdet sind naturgemäß Arten mit rasch zunehmenden Gehäusewindungen und verhältnismäßig großer Schalenmündung. Zu bemerken ist auch, daß es unter den landbewohnenden Pulmonaten zahlreiche Gruppen mit reduzierter Schale, die den Weichkörper nicht mehr aufnehmen kann, und außerdem viele Nacktschnecken gibt, die des Schutzes einer Schale vollständig entbehren.

Neben diesem Zurückziehen ins Gehäuse sind bei den landbewohnenden Pulmonaten noch andere Abwehrmittel des Tieres gegen angreifende Insekten festgestellt worden. Es ist das einmal ein Entkommen durch Abschütteln des Gegners und ferner eine Absonderung oft erheblicher Schleimmassen. Das Bestreben, das angreifende Insekt

abzuschütteln, ist besonders deutlich bei den Nacktschnecken zu beobachten, die gegenüber den Gehäuseschnecken im allgemeinen beweglicher sind. Wird eine kriechende, langausgestreckte Nacktschnecke durch einen Raubkäfer angegriffen, so zieht sie sich zunächst zusammen. Handelt es sich um einen kleineren Gegner, so sucht die Schnecke ihn durch Hin- und Herbewegen des Körpers los zu werden, nachdem anfänglich einfach der angegriffene Körperteil zurückgezogen worden war. Dieses Bestreben, kleineren Angreifern durch Abschütteln zu entgehen, kommt auch bei Gehäuseschnecken vor, wobei es sich nicht selten ereignet, daß die Schnecke sich plötzlich teilweise oder ganz ins Gehäuse zurückzieht und dann wieder aus ihm hervorkommt, um mit den Bewegungen fortzufahren. Ungünstig ist es für die Schnecke, wenn der Peiniger sich auf dem Gehäuse festgesetzt hat und von dort aus seine planmäßigen Angriffe auf die sich windende Beute ausführt. Unter einer Reihe von Arten, die sich häufig von Landschnecken nähren, wird dieses Festsetzen des Angreifers auf der Schneckenschale fast zur Regel, was beispielsweise in Mitteleuropa gelegentlich an gewissen Silphidenlarven zu beobachten ist, die beim Schneckenfraß überrascht wurden. Dieses Festklammern auf dem Schneckengehäuse ist für den Angreifer auch noch aus dem Grunde besonders günstig, wenn die Schnecke etwa an Pflanzen in die Höhe gekrochen war. Für den Fall, daß das angegriffene Tier die Unterlage losläßt und auf den Boden fällt, kann ein auf dem Gehäuse festsitzender Gegner seine Angriffe fortführen, während ihm sonst die Beute wohl häufig verloren ist.

Das Ausstoßen von Massen eines schaumigen Schleimes durch das Weichtier mag mitunter gelegentliche Schneckenfresser veranlassen, von ihrem Opfer abzulassen. Durch diese Maßnahme wird auch versucht, etwaige Darmsekrete oder Analflüssigkeit des Insektes zu beseitigen. Die Mengen abgesonderten Schleimes sind bei den einzelnen Pulmonatengruppen recht verschieden, besonders groß aber bei denjenigen Arten mit verhältnismäßig großer Schalenmündung, die meist an nicht allzu trockenen Orten leben. So können etwa die Weinbergschnecken (*Helix pomatia*), aber auch die Schnirkelschnecken (*Cepaea*), erstaunliche Mengen solcher Schleimmassen abgeben. Kleine Insekten können sicher in dieser Schleimmasse eingeschlossen werden und womöglich umkommen. Ausgesprochene Schneckenfresser unter den Käfern lassen sich durch den Schleim nicht in ihrem Angriff stören. Um der Möglichkeit eines Verklebens der Stigmen vorzubeugen, greifen bei *Cychrus* die Pleuren der Elytren weit auf die Ventralseite des Abdomens über. Während des Kampfes und der Mahlzeit bringt *Cychrus* durch Bewegung der Spitze des Abdomens Luft unter die Elytren, die infolge ihrer Wölbung ein für längere Zeit ausreichendes Luftreservoir abgrenzen. Manche an Schneckennahrung angepaßte Käferlarven haben vor ihren Atmungsöffnungen Borsten, die die Luftwege vor Verschleimung bewahren, wie das beispielsweise

für die *Drilus*-Larven angegeben wird. *Carabus*-Arten stoßen in ihrem ungestümen Angriff durch die Schleimmassen hindurch. Andere Schneckenliebhaber, wie etwa der Aaskäfer *Phosphuga atrata* L., fressen sich in aller Ruhe durch den Schleim. Wieder andere Käfer scheinen den schaumigen Schleim durch ihr Darmsekret zu verflüssigen, wodurch ein Vorwärtsdringen für sie erleichtert wird.

Welcher Art nun auch die Abwehr der Schnecke sein mag, meist kommt es zur Absonderung schaumiger Schleimmassen, deren Menge artlich, durch die jeweilige Einwirkung des Gegners und wohl auch bis zu einem gewissen Grade durch augenblickliche Umweltfaktoren bedingt ist.

Nicht alle Arten von gehäusetragenden Pulmonaten fallen den Angriffen von Käfern und deren Larven gleichmäßig leicht zum Opfer. Einmal sind kleinere Schneckenarten gegen größere Insekten dadurch geschützt, daß letztere dem in die Schale zurückweichenden Weichtier wegen der Kleinheit der Schalenmündung nicht folgen können. Hierher gehört auch die Tatsache, daß sich Schnecken mit zahlreichen Gehäusewindungen meist höher in die schützende Schale zurückziehen können als solche mit wenigen, oft dazu noch an Größe rasch zunehmenden Windungen; die ersteren sind Käfern, die der Schnecke nicht ganz ins Gehäuse zu folgen vermögen, nicht zugänglich. Weiterhin gibt es auch zahlreiche Pulmonaten, die eine verengte Schalenmündung, meist durch Ausbildung von Lamellen, Falten oder Zähnen, haben, so daß dem chitingepanzerten Kopf eines Insektes auch bei verhältnismäßig großen Schnecken oft ein Eindringen verwehrt ist.

Die bei den landbewohnenden Pulmonaten so mannigfaltigen Ausbildungen, die zu einer Verengung der Schalenmündung führen, können verschiedene Ursachen haben. Hauptsächlich hängen sie sicher damit zusammen, daß die Schnecken als Feuchtlufttiere bestrebt sind, sich gegen eine Austrocknung zu schützen, wobei eine kleine Schalenmündung die Verdunstung des in das Gehäuse zurückgezogenen Tieres auf einem niedrigen Stand zu halten vermag. Es steht heute fest, daß der so hochwertige Schließapparat der *Clausiliidae* als ein solcher Schutz gegen Austrocknung aufgefaßt werden muß. Er ist innerhalb einzelner Gattungen, ja selbst innerhalb gewisser Arten, bei Trockenformen sehr stark ausgebildet, wohingegen er bei den entsprechenden Feuchtigkeitsformen manchmal stark reduziert sein kann. Andere Bildungen dieser Art an der Molluskenschale scheinen dagegen mechanische Ursachen zu haben, die mit dem Tragen des Gehäuses durch die Schnecke zusammenhängen. Hier sind beispielsweise die Spindelfalten zu nennen, die sich vor allem bei Schnecken mit hochaufgewundener Schale finden. Während bei manchen Arten solche Bildungen schon frühzeitig entstehen, hängen sie bei anderen mit der Geschlechtsreife und mit der zunehmenden Belastung durch die reifenden Genitalien zusammen.

Daß alle diese Bildungen, die zu einer Verengung der Gehäusemündungen führen, nebenbei bei einem etwaigen Angriff räuberischer Insekten von Vorteil sind, ist offensichtlich. Diese Begünstigung wird in Gebieten, wo Schneckenfraß durch Käfer oder Käferlarven häufig vorkommt, von Bedeutung sein. Ob solche Verengungen der Gehäusemündung allein als Mittel zur Abwehr von Feinden in der Natur auftreten, ist nicht leicht zu erkennen, denn die Notwendigkeit eines Schutzes gegen Trockenheit mag immerhin meist mitsprechen. Am ehesten kann vielleicht die primäre Bedeutung eines Schutzes gegen schneckenfressende Käfer und Käferlarven bei verschiedenen Zahn- und Schwielenbildungen in der Verschlußebene der Schalenmündung angenommen werden. In unserer mitteleuropäischen Molluskenfauna ist beispielsweise eine Funktion der Mündungsbildung der Schale bei der Helicide *Isognomostoma isognomostoma* Gmel. schwer zu verstehen, wenn man nicht einen Schutz gegen Insektenfraß annimmt. Die verborgen unter Steinen oder totem Laub lebende Schnecke kriecht nur bei feuchtem Wetter umher; unter den Steinen ist sie gegen Austrocknung hinreichend geschützt, findet sich dort aber nicht selten zusammen mit Raubkäfern.

Besonders bemerkenswert ist das Auftreten von Zähnen in der Gehäusemündung bei Arten der Untergattung *Dupotetia* Kob. der Helicidengattung *Otala* Schum. in Algerien und Marokko, weil dort die Ausbildung der Zähne und die zunehmende Verengung der Schalenmündung mit der Ausbildung langköpfiger Formen des Laufkäfers *Carabus morbillosus* parallel geht, der sich vorwiegend von diesen Schnecken nährt. Es konnten Übergangsserien der Schnecken mit ungezähnter zu denen mit gezähnter Schalenmündung, sowie eine solche des im westlichen Mediterrangebiet weit verbreiteten *Carabus morbillosus* Fabr. zu langköpfigen Formen in Nordwestafrika aufgestellt werden. Wir verdanken C. R. BOETTGER (1921) eine Anpassungsstudie, in der die einzelnen Formen eine gute Wiedergabe gefunden haben. Die abgebildeten Extreme, sowohl der Käfer, als auch der Schnecken, sind durch vollständige Übergänge miteinander verbunden. Ob bei diesen Wüstenschnecken die Zahnbildung in der Gehäusemündung ursprünglich funktionell als Verdunstungsschutz oder unmittelbar als Abwehrmittel gegen Käferfraß ausgebildet wurde, ist schwer zu entscheiden, wenn auch vielleicht die erste Deutung wahrscheinlich erscheint. Sicher aber ist auf jeden Fall, daß mit zunehmender Verengung der Gehäusemündung der Schnecke eine fortschreitende Verschmälerung des Vorderendes des Körpers beim Käfer parallel läuft, und somit ein ursächlicher Zusammenhang zwischen beiden Vorgängen als bewiesen gelten darf. Diese Anpassung war notwendig, um dem erschwerten Nahrungserwerb Rechnung zu tragen.

Familie: Silphidae (Aaskäfer)

Wie ich bereits ausführte, zeigen sich auch bei den Silphiden deutliche Cychrisationserscheinungen. Die beiden in Frage kommenden Arten sind *Ablattaria laevigata* F. und *Phosphuga atrata* L. Die letztere ist ein typischer Schneckenfresser, und nicht, wie in der älteren Literatur immer wieder behauptet wird, ein Rübenschädling. Sie nimmt, wie ausgiebige Versuche von Lengerken und Heymons gezeigt haben, niemals vegetabile Kost an. Als Rübenschädiger haben sich nur die beiden Arten *Blitophaga opaca* L. und *undata* Müller erwiesen.

Betrachten wir einmal die einheimischen Silphidenarten, so können wir ohne weiteres feststellen, daß *Ablattaria laevigata* F. und *Phosphuga atrata* L. im besprochenen Sinne cychrisiert sind. Die schnauzenförmige Verlängerung des Kopfes beider Käfer wird hauptsächlich durch die besondere Form der Oberkiefer erreicht, deren Grundabschnitte zunächst gestreckt sind, um dann kurz vor ihrem freien Ende in eine Krümmung überzugehen. Nach vorne zu ist das Halsschild beider Arten deutlich verengt.

Die Imago von *Phosphuga atrata* findet nach v. Lengerken und Heymons die Beute vermöge ihres in den Antennen sitzenden Geruchssinnes. Stößt der Käfer auf eine kriechende Gehäuseschnecke, so beginnt der Angriff, und er beißt die Schnecke in den Teil des Körpers, der ihm erreichbar ist. Die Schnecke reagiert meist durch teilweises Einziehen des Fühlers und des Vorderkörpers. In vielen Fällen erklettert nun die Silphe das Gehäuse, krallt sich an diesem fest und beißt in den Weichkörper hinein. Nun zieht sich die Schnecke nicht etwa in ihr Gehäuse zurück, sondern reagiert durch schnelles Einziehen der Fühler und Aufbäumen des Vorderkörpers; alsdann versucht sie den auf ihr reitenden Feind durch heftige Bewegung abzuschütteln. Dieser Abschüttlungsversuch scheint die einzige mechanische Abwehrmaßregel der Schnecke zu sein, da ein weiteres Zurückziehen ins Gehäuse ihr keine Rettung bringen würde. Bleiben diese Abschüttlungsversuche erfolglos, weil der Räuber sich festhält und immer erneut zubeißt, so gelingt es ihm doch, dadurch das Weichtier in sein Gehäuse zurückzutreiben, das jetzt zu einem anderen Abwehrmittel greift, indem es große Mengen Schleimes absondert und damit den gesamten Raum der Schale erfüllt. Hierdurch läßt sich der Käfer jedoch nicht abschrecken, sondern frißt den Schleim auf und greift dann die Schnecke selbst an, die sich nunmehr soweit wie möglich zurückzieht. Der Käfer dringt in das Gehäuse nach und greift die Schnecke am Fuße an. Wie festgesellt wurde, ist die angefressene Körperstelle des Weichtieres empfindungslos, es muß also eine örtliche Betäubung stattgefunden haben, die durch den ausgespienen Darmsaft des Räubers hervorgerufen wurde.

Ein ähnliches Angriffsverfahren zeigt der hungrige Käfer von *Ablattaria laevigata* F. Er greift die Gehäuseschnecke sofort an und verbeißt sich fast stets am Kopfteil des Beutetieres. Der Räuber schlägt die Kieferzangen in die Schnecke ein, solange er selber noch auf der Erde steht und erklettert das Gehäuse erst dann, wenn sich die Schnecke in das Gehäuse zurückgezogen hat. Anscheinend will er damit die Schnecke veranlassen in ihr Gehäuse zu kriechen, weil er sie nicht überwältigen kann, solange sie umherkriecht. Der Grund dafür, daß der Käfer gehäuselose Mollusken nicht gern annimmt, ist wohl darin zu sehen, daß es für ihn schwierig ist, kriechende Schnecken zu erbeuten. Findet die jagende *Ablattaria laevigata* eine ruhende Schnecke deren Schalenöffnung nach oben gerichtet ist, so klettert sie auf das Gehäuse und stellt sich über den Eingang, indem sie sich mit sämtlichen Extremitäten am Rande der Mündung festklammert. Nun beißt sie auf das Weichtier ein, welches versucht aus dem Gehäuse herauszukommen. Der Angreifer krümmt jetzt die Spitze des Abdomens abwärts und spritzt einen Strahl des Analsaftes auf den Schneckenleib. Das Weichtier zieht sich sofort unter der Wirkung dieses Strahles in wilden Krümmungen tief zurück, um vorläufig nicht mehr zum Vorschein zu kommen. Es besteht kein Zweifel darüber, daß der Käfer von *Ablattaria laevigata* extraintestinal verdaut. Das Tier ergießt jedesmal vor Beginn des Fraßes Mitteldarmsekret auf die Nahrung. An den Wundstellen angefressener Schnecken kann man deutlich die zersetzende Wirkung der Verdauungsflüssigkeit erkennen. Der Schneckenkörper weicht dann noch weiter auf und geht schließlich völlig in Lösung über, wenn der Käfer seine Mahlzeit längst beendet hat.

Die Larven der *Ablattaria laevigata* suchen sich in allen drei Stadien die gleiche Nahrung wie der Käfer. Die Beutetiere werden bereits von den kleinsten Larven mit großer Wildheit angegriffen und in ihr Gehäuse getrieben. Wie beim Käfer ist das aus dem Munde der Larven austretende Mitteldarmsekret ihre wirksame Angriffswaffe. Auch hier handelt es sich um einen extraintestinalen Verdauungsvorgang. Von der Larve wird jedoch der Analsaft nicht wie bei der Imago als Kampfmittel angewendet.

Außer den typischen Fressern lebender Schnecken aus der Familie *Silphidae,* gibt es noch eine große Anzahl von Aaskäfern, die auch tote Schnecken als Nahrung aufnehmen.

Familie: Cantharidae (Weichkäfer) unter Berücksichtigung von Lampyris und Drilus

Als weitere Arthropodenart, die sich außerordentlich für Mollusken interessiert, möchte ich nun *Lampyris noctiluca* kurz behandeln, die in ihrem Larvenstadium lebhafteste Beziehungen sowohl zu Nacktschnecken wie zu Gehäuseschnecken, unter den letzteren die Helicidenarten bevorzugend, unterhält. Wenn auch ahnungslose

Poeten dem Glühwürmchen in sentimentalen Reimen ihre Liebeslieder singen, so sehen die Mollusken in ihnen ihre rücksichtslosen Raubmörder, die selbst Schnecken von mehr als 20fachem Gewicht ihres eigenen Körpers hinterlistig überwältigen und als Nahrung verarbeiten. Die Aufnahme der Nahrung aus derartig großen Beutetieren dauert dann oft ohne Unterbrechung volle 3 Tage.

Während die *Lampyri* im Larvenstadium, also in der Zeit ihres Wachstums, wo sie auch Reservestoffe im Körperinnern anhäufen, die zum Aufbau der Imago dienen, außerordentlich gefräßige Tiere sind, ist eine Nahrungsaufnahme durch die Imagines nicht beobachtet worden. Diese scheinen sich mit den als Larven aufgenommenen Reservestoffen zu begnügen.

Nachdem die Imagines die Puppenhülle verlassen haben, beginnt die Paarung, deren Hauptzeit von etwa Mitte Juni bis 20. Juli reicht. Die Eiablage, die in der Regel 2—3 Tage dauert, setzt bald nach der Paarung ein. Die Embryonenentwicklung dauert je nach den Temperaturverhältnissen etwa 30—45 Tage. Alsbald nach dem Schlüpfen beginnen die jungen Larven mit dem Nahrungserwerb und der Nahrungsaufnahme. Etwa Mitte Oktober verkriechen sie sich in der Erde unter Moos und Steinen usw. zum Winterschlaf, aus dem sie Anfang März erwachen, um sogleich ihren Nahrungserwerb fortzusetzen. Manche Larven, wohl die erst im Spätsommer ausgeschlüpften, überwintern noch ein zweites Mal, bevor sie sich verpuppen.

Der Angriff der Larven auf ein erwittertes Beutetier erfolgt im Gegensatz zu dem Verhalten etwa der verwandten *Drilus*-Larven, die sich stürmisch auf die Beute stürzen, meist sehr vorsichtig. In der Regel kriecht die Larve zu diesem Zweck auf das Schneckengehäuse, wo sie sich mit ihrem am Hinterkörper befindlichen Haftapparat an die Schale heftet, um mit vorgestrecktem Kopf und weit geöffneten Mandibeln kurz und sehr heftig in die Tentakel der Schnecke zu beißen, worauf sich diese meist schnell in ihr Gehäuse zurückzieht. Das Raubtier zieht nun seinen Kopf zurück und wartet, bis die Schnecke wieder zum Vorschein kommt, um ihr dann weitere Bisse zuzufügen. Die Zahl der Bisse, welche erforderlich ist, um die Bewegung der Schnecke zu lähmen, dürfte von dem Giftvorrat der Larve und der Größe des Beutetieres abhängen, es sind im Einzelfalle zehn und mehr Bisse beobachtet worden, bis die Lähmung des Opfers eintrat. Bei kleinen Schnecken genügt oft ein Biß, um sie nicht nur vorübergehend zu lähmen, sondern ihren Tod herbeizuführen, der oft auch erst dann eintritt, wenn die Larve mit dem Verzehren der Mahlzeit begonnen hat. Die Untersuchungen haben ergeben, daß das lähmende und tötende Sekret nicht aus den Speicheldrüsen oder sonstigen Drüsen des Vorderdarmes, sondern aus dem Mitteldarm der Larve stammt, wobei es sich wie bei zahlreichen anderen Käfern und deren Larven um einen normalen Vorgang handelt, welcher der

Nahrungsaufnahme vorangeht, um mit seiner eiweißlösenden Wirkung das Beutefleisch verdauungsreif zu machen.

Mit der Injektion des Mitteldarmgiftes beim Biß der Larve beginnt die chemische Bearbeitung der Beute, die durch die gleichzeitig einsetzende mechanische Bearbeitung ergänzt, und wodurch das Fleisch zu einem zähflüssigen bräunlichen Brei verwandelt wird. Die mechanische Bearbeitung besorgt die Larve mit ihren Mandibeln, die sie stundenlang in das Beutefleisch einschlägt und es durchlöchert und zerschneidet, wobei auch der hinter den Mandibeln liegende, mit starren Chitinzinken besetzte Zahn und die scharfen Maxillartasterspitzen zur Auflockerung der Nahrung dienen. Neben dem Mitteldarmsekret ist vermutlich auch das Sekret der Maxillartasterdrüsen an der extraintestinalen Verdauung beteiligt.

Hinsichtlich der Bearbeitung der Nahrung und auch der Nahrungsaufnahme durch die Larve bestehen unterschiedliche Meinungen. I. H. FABRE (1913) gibt an, daß das Beutefleisch durch chemische Einwirkung in eine Flüssigkeit verwandelt und mittels der Mandibelkanäle aufgesogen wird, wie bei gewissen Neuropterenlarven (*Chrysopa, Myrmeleon*) usw. und bei den Dytiscidenlarven. Diese saugen jedoch eine viel dünnflüssigere Substanz auf, als die *Lampyris*-Larven, nämlich das Blut ihrer Beute und die durch Fermente des Räubers in diesen gelösten Gewebe. Bei dem flüssigen Zustand braucht die Nahrung nicht erst mechanisch zerkleinert zu werden, weshalb auch die Innenwände der Mandibeln bei den vorgenannten Formen vollkommen glatt sind. Diese Larven ergreifen ihre Beute und halten sie dauernd fest, bis sie die ganze Nahrungsflüssigkeit aufgesogen haben.

Bei den *Lampyris*-Larven liegt die Sache anders, sie sind Fleischfresser; sie lösen zwar auch das Beutefleisch extraintestinal durch Mitteldarmsaft, zerkleinern aber vorher das Fleisch in der beschriebenen Art.

Auch die Aufnahme der Nahrung geht nach VOGEL (1915) etwas anders vor sich, als FABRE (1913) annimmt. Sie wird durch den Mundraum bewirkt, in dem die Larve ihren an den Prothorax herangezogenen Kopf vollständig in den Nahrungsbrei hineinsteckt und die Mandibeln fortwährend vorstößt und öffnet, dann schließt und wieder zurückzieht. Hierdurch wird immer ein Teil des Nahrungsbreies in den Mundraum hineingeschoben. Vom mittleren Teil des Mundraumes gelangt dann die Nahrung weiter durch den Ösophagus und Muskelmagen in den Mitteldarm usw.

Über das Verbreitungsgebiet von *Lampyris noctiluca* möchte ich noch bemerken, daß sie die verbreitetste Art ihrer ganzen Gruppe und in ganz Mittel-, Süd- und Osteuropa, sowie in Algier und Marokko zu finden ist. Im Osten soll sie bis Nordchina vorkommen. Ferner ist sie neben der amerikanischen Art *Photinus frigidus* diejenige Lampyride, die am weitesten nach Norden vordringt. Nach VOGEL findet

man sie noch im südlichen Skandinavien und Finnland und in den sibirischen Tundren, sowie im Amurgebiet. Über die vertikale Verbreitung liegen keine bestimmten Angaben vor, sie dürfte im wesentlichen von dem Vorhandensein von Landschnecken, vor allem Helicidenarten, der Hauptnahrung der Larven, abhängen. Die weite horizontale Verbreitung von *Lampyris* ist um so auffälliger, als die Weibchen ungeflügelt sind und nur kurze Strecken umherkriechen können. Dagegen sorgen die ziemlich schnell kriechenden Larven für die Weiterverbreitung.

Ich komme nun zu den *Drilinae,* die mit den soeben behandelten *Lampyrinae* nahe verwandt sind. Diese sind nicht nur in ihrem Werdegang und ihrer Lebensweise so eigenartig und bemerkenswert, daß ich etwas ausführlicher darauf eingehen möchte; selbst die Größenmaße der Geschlechtstiere sind eine interessante Erscheinung. Sie stehen zueinander in einem starken Mißverhältnis, da die Weibchen etwa die dreifache Größe der Männchen erreichen.

Auch die *Drilinae* finden den Grund ihrer Beziehungen zu den Mollusken im Selbsterhaltungstrieb, der sie im Larvenstadium zu gefräßigen Schneckentötern werden läßt. Sie fressen aber die Schnecken nicht nur, sondern okkupieren deren Häuschen als Wohnung. Die Imagines nehmen nach den bisherigen Ermittlungen keinerlei Nahrung auf. Sie haben wohl ausschließlich den Geschlechtsverkehr zu besorgen, und der gesamte komplizierte Vorgang der Verwandlung dient lediglich dem Ausbau der Geschlechtsorgane und beim Männchen dem der Flügel und der Fühler zum leichteren Aufsuchen der Weibchen.

Das flügellose Weibchen lebt nachts unter Moos usw. verborgen, tagsüber in exponierter Stellung auf den Blättern niedriger Pflanzen. Sein scharfer, fäulnisartiger Geruch lockt das Männchen an. Die Copula dauert oft mehrere Stunden, und das Männchen stirbt oft bald nach der Begattung, zuweilen erholt es sich auch wieder. Es wird vermutet, daß die Befruchtung der riesengroßen Weibchen mit ihrem großen Eiervorrat durch ein einzelnes Männchen nicht ausreicht, denn die Weibchen locken nach der ersten Begattung oft noch weitere Männchen an. Erst nach völliger Befriedigung hört das Ausströmen des fäulnisartigen Duftes auf. Nach der Befruchtung erfolgt, je nach dem Grad der Eireife, schon in der nächsten Nacht, oder nach mehreren, bis zu 11 Tagen, die Ablage der Eier; bei großen Tieren sollen es bis zu 500 Stück sein. Die Eiablage findet in unregelmäßigen Intervallen von anfangs 5, später bis 30 Sekunden statt, dauert oft 13 Stunden und endet meist mit dem Absterben des Weibchens.

Es kommt auch vor, daß unbefruchtete Weibchen nach vergeblichem Warten Eier legen. Diese parthenogenetischen Eier entwickeln sich bei *Drilus flavescens* nicht. Zuweilen sterben Weibchen auch vor der Eiablage.

Die Entwicklung der aktiven Larve im Ei dauert 6—7 Wochen. Nach dem Schlüpfen sitzen die jungen Larven 2—3 Tage still neben den Eischalen, dann fressen sie diese auf und begeben sich mit ersichtlicher Hast auf die Nahrungssuche.

Berührt man eine Larve, so rollt sie sich ein und stellt sich tot. Ihre Stellung ist dabei genau dieselbe, wie vor dem Verlassen des Eies, wie auch allgemein die Körperhaltung der Insektenimagines, wenn sie sich totstellen dem Puppenstadium entspricht.

Die jungen Larven der *Drilinae* nehmen nur Gehäuseschnecken, mit Vorliebe Helicidenarten.

Hat eine junge Larve von *Drilus flavescens* ein passendes Opfer gefunden, so steigt sie auf dessen Häuschen und haftet sich mit dem Afterfuß an der Schale fest. Kommt die Schnecke heraus, so wird sie von der Larve angefallen, wonach sich die Schnecke schnell wieder zurückzieht. Bald kommt aber die Schnecke wieder aus ihrem Gehäuse und versucht zu fliehen, bis ein erneuter Angriff sie wieder in ihr Häuschen zurücktreibt. Von ihrem Sitz auf der Schale orientiert sich nun die Larve über die Umgebung. Sie schafft nötigenfalls die Schnecke in einen günstigen Versteck. Mit dem Afterfuß fest auf dem Schalenrand haftend, stemmt die Larve ihre Kiefer gegen den Boden und schiebt sich mit samt dem Schneckengehäuse dem Ziel entgegen. Bei einem Hindernis steigt sie ab, hebt die Last völlig in die Höhe und wirft sie vorwärts. Ein derartiges Manöver wurde, wie RUESCHKAMP (1920) berichtet, von CRAWSHAY 3 Stunden lang beobachtet.

Wenn der *Drilus* seine Beute endlich in die gewünschte Stellung gebracht hat, dringt er in das Gehäuse ein, zwängt sich zwischen Schale und Schnecke und frißt sie bei lebendigem Leibe auf. Erst am vierten Tage war im beobachteten Falle die Okkupation beendet, die Schnecke starb und der rasch faulende Rest wurde noch verschlungen. Nach 10—14 Tagen ist Bedürfnis und Leistungsfähigkeit der Larve zunächst zu Ende. Sie beginnt nun mit der Reinigung des Gehäuses, die 2 Tage in Anspruch nimmt und kriecht dann rückwärts hinein, um sich zu häuten, was etwa 10 Tage dauert. Dann stopft sie mit ihrer alten Haut den Eingang zu, um danach 10 Tage zu ruhen.

War das Schneckenhäuschen zu klein, so verläßt sie es nach Stillung des ersten Hungers und sucht neue Beute. War es zu groß, und kann sie den faulenden Restbestand der Schnecke nicht fortschaffen, so sucht sie ein stilles Plätzchen zum Ruhen und Häuten. Die Häutung scheint ihr jedoch in freier Umgebung schwer zu fallen.

Wenn in der Umgebung frisch geschlüpfter Larven die der Größe der jungen Tiere entsprechenden Schneckenhäuschen besetzt sind und nicht für alle Larven ausreichen, beziehen die übrigbleibenden in der Not zuweilen zu zweit ein größeres Gehäuse, in diesem Fall soll es zwischen ihnen meist zum Kannibalismus kommen.

Die angegebenen Zeiten für Fraß und Häutung beziehen sich auf größere Larven. Sie sollen bis zum Herbst bis zu 4 Schnecken verzehren. Im April des folgenden Jahres setzen sie nach Erscheinen der Schnecken den Nahrungserwerb fort. Die Entwicklungsdauer der männlichen Larven soll zwei, die der weiblichen drei Jahre betragen.

Neben der Gestalt der weiblichen Imago eigenartig ist die Hypermetamorphose, die für die *Drilinae* allgemein gelten soll, für *Drilus flavescens* und *Drilus concolor* aber festgestellt ist. Die inaktive Form mit ihren schwach entwickelten Kiefern und Beinen tritt regelmäßig bei der letzten Häutung im Herbst auf, aus der im April oder Mai wieder die aktive Form, bzw. die Puppe hervorgeht. Wie die Pseudonymphe bei ihren stark rückgebildeten Sinneswerkzeugen auf neue günstige Lebensbedingungen durch Rückkehr zur tätigen Form antwortet, ist besonderer Beachtung wert.

Die Puppe bildet sich zu Beginn des Frühlings aus der inaktiven Form, sie braucht für ihre Verwandlung nur wenige Wochen. Die männliche Puppe unterscheidet sich in keiner Weise von anderen ungedeckten Coleopteren-Nymphen, die weibliche kaum von der inaktiven Form. Beide Geschlechter sind nach dem Schlüpfen in etwa 8 Tagen ausgefärbt und geschlechtsreif. Trotz des gleichen Entwicklungsortes ist Inzucht ausgeschlossen, da die Entwicklungszeit der Geschlechter um ein Jahr verschieden ist.

Wie Rueschkamp mitteilt, besaß 1913 Barber eine wurmförmige fußlose Larve, die parthenogenetisch lebende caraboide Larven gebar, die sich bei der Häutung in fußlose cerambycoide Formen verwandelten. Diese teilten sich nach der Überwinterung in drei Gruppen. Ein Teil verpuppte sich zu weiblichen Imagines, andere waren pädogenetische Weibchenformen. Bei der dritten Gruppe erzeugte jedes Individuum nur ein einziges Ei. Aus diesem Ei entwickelte sich eine fußlose curculionide Larve, die den mütterlichen Organismus verzehrte, rasch heranwuchs, sich bei der Häutung in eine Vorpuppe und dann in eine Puppe verwandelte. Aus ihr ging das Männchen von *Micromalthus debilis* Leg. hervor. Wir haben es hier also mit einer geschlechtsreifen Larve zu tun, einer Pädogenese, weil weibliche Larven unter Beibehaltung der Larvenform durch beschleunigte Geschlechtsreife gebärfähig sind. Wie Rueschkamp weiter ausführt, ist dieser Fall für die Ordnung der Coleopteren etwas unerhört Neues. Eine Analogie hierzu findet sich nur in der Fortpflanzungsweise der *Cecidomyidae* unter den Dipteren. Als interessante Beigabe haben wir noch Viviparität und Parthenogenese, während das ebenfalls äußerst extrem degenerierte Weibchen von *Phengodes hieronymi* Haase ein normal entwickeltes Receptaculum seminis hat und von Hieronymus 1881 in Copula gefunden wurde.

Ferner handelt es sich bei *Phengodes, Homalisus, Drilinae* und *Lampyrinae* um Weibchenfomren, die infantile Charaktere behielten (Neotenie, nach der Definition von Giard 1905). Bei *Micromalthus*

dagegen, wie gesagt, um Erwerb der Zeugungsfähigkeit in einem Larvenstadium (Pädogenesis), das sich im übrigen vom vorhergehenden in keiner Weise morphologisch unterscheidet.

Die Weibchen des Genus *Homalisus* nähren sich ebenfalls von Schnecken und okkupieren deren Gehäuse.

Im Coleopterenkatalog JUNK-SCHENKNING sind die bis 1910 beschriebenen 79, auf 20 Genera verteilten Arten registriert. Eine eingehende Monographie der *Drilinae* liegt bis heute noch nicht vor. Ob wir es mit einer einheitlichen Gruppe zu tun haben, oder mit einer mehrstämmig entstandenen, steht ebenfalls noch nicht fest. Sollte die erstere Ansicht, die einstweilen in possessione ist, gelten, so ist über das Verbreitungsgebiet dieser Familie folgendes zu sagen:

1. Die *Drilinae* sind anscheinend eine relativ alte Familie, weil eine so hochgradige Degeneration des weiblichen Geschlechtes lange Zeit zur Entwicklung braucht.
2. Es ist nicht anzunehmen, daß die insulären Arten aus England, von den Balearen, von Zante, Cypern, Ceylon, Sumatra, Japan usw. durch Zufall, etwa durch Vögel in ihre jetzige Heimat verschleppt worden sind, wie das auch hinsichtlich ihrer Beutetiere, den Schnecken, kaum zutreffen dürfte. Wir müssen uns daher wohl die von den Geologen jetzt allgemein angenommenen Landbrücken als Erklärung für die Ausbreitung dieser Käfer dienen lassen.

Aus einer von RUESCHKAMP aufgestellten Tabelle ergibt sich, daß die orientalische Region das Entwicklungszentrum der *Drilinae* ist.

Die Ausführungen über die Canthariden abschließend, ist noch zu bemerken, daß die Larven und Imagines zahlreicher Arten aus der Subfamilie der *Cantharinae* ebenfalls kleinere Schnecken als Nahrung aufnehmen.

Ordnung: Hymenoptera (Hautflügler)

Eine besondere Vorliebe für leere Schneckenhäuser als Brutstätten lassen nach BISCHOFF (1927) eine ganze Reihe der sogenannten helicophilen Osmien erkennen. Von einheimischen Arten sind besonders *Osmia aurulenta* Pz., *bicolor* Schr. und *spinulosa* K. bekanntgeworden. In den Gehäusen verschiedener Helicidenarten legen diese Tierchen ihre Bauten an. Auf die Auswahl der Gehäuse scheint gewisse Sorgfalt verwendet zu werden. *Osmia bicolor* bevorzugt Schneckenhäuser, die versteckt mit nach unten gerichteter Mündung liegen. Als Trennungsmaterial dient eine Masse aus zerkauten Blättern. *Osmia aurulenta* verwendet zerkaute Erdbeerblätter. *Osmia spinulosa* verschließt ihre Wohngehäuse durch ein Verstopfen der Mündung mit Hasen- oder Schafmist. Besondere Erwähnung verdienen die eigenartigen Schutzbauten, die *Osmia bicolor* um die von ihr besiedelten Schneckengehäuse aufführt. Verschiedene Pflanzenteile, besonders Kiefernnadeln, trägt das Weibchen im Fluge herbei und

verarbeitet sie zu einem Schutzgerüst, unter dem die Schneckenschale verborgen liegt. Für das Flechtwerk scheint die Doppelnadel der Kiefer besonders geeignet zu sein. Ist das Grundgerüst fertig, so bringt sie Hälmchen, Moosstückchen und ähnliches Geniste herbei und versteckt auf diese Weise das Schneckenhaus samt Inhalt vollständig. Als weitere Schutzvorrichtung gegen Parasiten wird die nach innen von der Nestverschlußwand liegende leere Kammer angesehen. Bei *Osmia melanogastra* Spin. besteht der Verschlußdeckel aus zerkauten Pflanzenteilen ohne Beimischung erdiger Bestandteile, dagegen scheint *Osmia fertoni* Per., Pflanzenmaterial zu meiden. Diese Art wählt möglichst freiliegende Schneckenhäuser mit nach oben gerichteter Mündung und führt darin ein bis drei Zellen auf. Auch eine leere Endkammer kommt vor. Der 2 mm dicke Verschlußpfropf ist recht fest, was auf eine ausgiebige Speichelverwendung schließen läßt. Starker Taufall bringt nur ein Erweichen der obersten Schichten mit sich, die aber bei der freien Lage in der Sonne bald wieder trocknen und erhärten, ohne rissig zu werden. *Osmia rufohirta* Latr. bettet in den aus zerkauten Blättern bestehenden Verschlußpfropf Quarzkörnchen ein und erzielt dadurch eine größere Festigkeit desselben. *Osmia fossoria* Per. sucht Schneckengehäuse in ähnlich freier Lage wie die *Osmia fertoni* auf, baut darin aber nur eine einzige Zelle, die vorn und hinten durch einen Deckel aus zerkautem Pflanzenmaterial begrenzt wird. Nach außen folgt darauf eine 3—4 mm dicke Lage aus Bruchstücken von Schneckenschalen, die durch Pflanzenbrei etwas verdickt sind, und durch eine Zementschicht überzogen werden. Noch größere Sorgfalt verwendet *Osmia rufigastra* Lep. auf die Herstellung des Nestverschlusses. Hier wird zunächst ein dünner Deckel aus rein vegetabilischem Brei aufgeführt und von einer $^3/_4$ cm dicken Schicht aus verschiedenstem Material überdeckt. Darauf folgen Schichten von flach aufeinandergelegten Bruchstücken von Schneckenhäusern. *Osmia rufohirta* transportiert die kleinen von ihr benutzten Gehäuse entweder vor Anlage des Nestes oder danach an einen geschützten Platz. Zur Erzielung einer rauheren Oberfläche, an der die Klauen beim Transport einen besseren Halt finden können, werden unregelmäßige Tupfen von Pflanzenbrei außen auf der Schneckenschale angebracht, ein Verfahren, das auch von *Osmia rufigastra* angewendet wird. Das Fortschaffen der Schnecke geschieht in der Weise, daß sich die Biene mit den Mandibeln am Boden anklammert und das Gehäuse dabei mit den Beinen festhält. Ferton beobachtete, wie *Osmia rufohirta* sich dabei überschlug und die Schneckenschale hinter sich herzog. *Osmia fossoria* und *Osmia rufigastra* graben ihre Schnecken außerdem noch ein. Die erstere trägt den Sand zwischen Kopf und Thorax heraus. Hat der etwas schräg in den Boden verlaufende Gang eine Länge von 6—7 cm, so wird das Gehäuse hineingerollt und die Öffnung zugescharrt, ohne daß aber der Sand dabei feiner verteilt wird, wie das bei vielen Grabwespen vorkommt. Ein ganz eigenartiges Verfahren zum Heraus-

schaffen des Sandes lernen wir in der Grabtätigkeit der *Osmia rufigastra* kennen. Nachdem das Tierchen mit geschlossenen Mandibeln den Sand gelockert hat, schleudert es rückwärts schreitend unter einem plötzlichen Ruck des Kopfes eine kleine Staubwolke nach hinten. Hat der Gang eine genügende Tiefe erreicht, so wird die Schnecke hineingeschafft, dann aber der Gang durch Untergraben der Schnecke noch vertieft. Das Eingraben erfolgt gewöhnlich in nächster Nähe der Stelle, wo das Gehäuse lag. Das große Gewicht des Nestes mit mehreren Zellen verbietet offenbar einen weiteren Transport. *Osmia excenterata* Per. stellt die Zellwände in dem *Bulimus*-Gehäuse aus einer eigenartigen wachsartigen Substanz unbekannter Herkunft her. Weitere helicophile Arten sind *Osmia stelioides* Per., *ferruginea* Latr., *versicolor* Latr., *andrenoides* Spin., *balearica* Schmdk., *sybarita* Sm., *tunensis* Lep. und *pinguis* Per.

Unter den *Chrysididae* (Goldwespen) ist *Chrysis dichroa* Dhlb. zu nennen, die in den engen Spiralwindungen von *Helix*-Gehäusen, die dem in diesen nistenden Wirt, *Osmia rufohirta*, selbst nicht mehr zugänglich waren, lebt.

Auch unter den *Psammocharidae* (*Pompilidae*) gibt es Formen, die in Schneckengehäusen leben. Die Querwände der Zellen bei *Deuteragenia variegata* L. bestehen aus nadelkopfgroßen Quarz- oder Kalkkörnchen, die sorgfältig ausgesucht werden. Die Nestöffnung ist durch einen Filz aus Spinnwebfäden verschlossen, bei deren Herstellung die Beborstung der Palpen eine Rolle spielen dürfte. Gelegentlich bezieht diese Art auch *Helix*-Gehäuse und zeigt in der Art des Nestverschlusses gewisse Verschiedenheiten nach den Gegenden. *Deuteragenia structor* verschließt ihre bis dreizelligen Nester in *Helix*-Schalen in Südfrankreich und Algier mit einem konkaven Deckel aus fein zerteiltem Mist, verstärkt durch eine Lage von Steinchen und Erdbrocken. Die Kammern selbst sind durch ähnliche Erdwände voneinander getrennt.

Ordnung: Diptera (Zweiflügler)

Dipteren, die biologisch von Schnecken abhängig sind, kann man zunächst in drei Gruppen einteilen, die erste umfaßt zeitweilige Endoparasiten, Fliegen, deren Larven im Innern lebender Schnecken sich angesiedelt haben. Bei einer zweiten Gruppe, die bisher nur durch Arten der afrikanischen Phoridengattung *Wandolleckia* vertreten wird, finden wir die Imagines als Epizoen. Eine dritte Gruppe benutzt Schneckenkadaver zur Unterbringung ihrer Brut, sie sind also im Larvenzustand Saprophagen mit spezialisierter Nahrung: Schnecken-Nekrophagen.

ENDERLEIN (1933) hat festgestellt, daß unter den Calliphoriden das Genus *Xerophilophaga* in Schnecken, und zwar insbesondere in Vertretern der Gattung *Helicella* und anderen Xerophilen, parasitiert. Bisher ist dieser Parasitismus mit Sicherheit bei *Xerophilophaga gentilis* in *Helicella ericetorum* und bei *Xerophilophaga noelleri* in *Helicella*

candidula nachgewiesen worden. Es sind verschiedene Möglichkeiten denkbar, wie die Larven an oder in die Schnecken gelangen. Wir wissen, daß larvipare Tachinen auf drei verschiedene Weisen ihre Brut auf die Wirtstiere übertragen, durch Absetzung der Larven auf die Haut des Wirtes, durch Einführung derselben unter die Haut des Wirtes und durch Absetzung der Larven auf Blätter, welche das Wirtstier besucht. Aus den Beobachtungen verschiedener Autoren kann geschlossen werden, daß die *Xerophilophaga*-Larven tatsächlich ins Innere des Schneckenleibes gelangen, und daß sie in 10—12 Tagen den Tod des Wirtes verursachen.

Bei verschiedenen anderen Dipterenarten kann es noch nicht sicher angegeben werden, ob es sich um echte Parasiten oder nur um Sapro- bzw. Nekrophagen handelt. Unter diesen Arten sind *Sarcophaga haemorrhoa* Meig., *Helicobosca muscaria* Meig. und *Melanophora helicivora* Goureau zu nennen.

Sammelt man zu irgendeiner Jahreszeit, vorzüglich aber gegen Ende des Winters, an schneckenreichen Örtlichkeiten leere, d. h. scheinbar leere Schneckengehäuse, so kann man in denselben eine bunt zusammengewürfelte Arthropodengesellschaft antreffen. *Quedius-* und andere Käferlarven, Pseudoskorpione, Milben, isolierte *Myrmica*-Königinnen mit ihrer Erstlingsbrut haben sich hier versteckt, Lepidopteren- und Dipterenlarven sind in die Sackgasse der immer enger werdenden Windungen hineingeraten. Dazwischen findet man, an der Regelmäßigkeit ihres Auftretens leicht kenntlich, die Larven und Puppen der gesetzmäßigen Schneckenverzehrer.

Nicht minder lehrreich ist es, im Sommer an einer schattigen Waldstelle eine größere Anzahl von in kochendem Wasser getöteten Häuschenschnecken als Köder auszulegen und die Insektenfauna zu beobachten, die sich im Laufe der nächsten Wochen dabei einfindet. Mistkäfern, Staphyliniden, Sylphiden und deren Larven, besonders Aasfliegen in allen Entwicklungsstadien wird man begegnen.

Unter den letzteren sind die wenigsten ausgesprochene Schneckenliebhaber; die *Sepsis-*, *Borborus-*, *Sphaerocera-* und *Limosina*-Arten, verschiedene Vertreter der Gattungen *Heleomyza, Dryomyza, Pericoma, Aphiochaeta* würden sich ebensogut bei jedem anderen Aase einfinden, um davon zu schmausen und ihre Eier unterzubringen.

Gegenwärtig müssen also gesetzmäßige Vertilger von Schneckenaas die Psychoide *Philosepedon humeralis* Meien und verschiedene Arten der Phoridengattung *Paraspiniphora* Malloch angesehen werden.

Die eigentlichen Totengräber unserer Gehäuseschnecken sind zweifellos die Phoriden. Das biologische Merkmal von *Paraspiniphora* ist sicher die Entwicklung der Larven in toten Gehäuseschnecken. Bei der Gattung *Paraspiniphora* ist eine direkte morphologische Anpassung an die Brutversorgung in Form eines besonderen Geruchsorganes auf der Oberseite der Maxillartaster vorhanden. Dieses Organ findet sich

bei den einzelnen Arten der Gattung in verschieden starker Entwicklung und dient zur Aufspürung des Schneckenaases. Makroskopisch ist es insofern bemerkbar, als der Taster an der Oberseite wie abgeschnitten oder wie ausgehöhlt erscheint. Bei genauerem Studium stellt es sich dar als eine einfache oder aus Abteilungen zusammengesetzte Mulde, aus der oft Hunderte von farblosen Stiften hervorragen. Bei Färbung, z. B. mit Alaun-Karmin, zeigt sich, daß ein verhältnismäßig breiter Nervenstrang in den Taster eintritt und sich dann ausbreitet; an der Basis jedes Stiftes wird ein Kern sichtbar. Auch bei der Gattung *Hypocera*, deren Larven ebenfalls in faulenden Weichtieren ihre Entwicklung durchmachen, ist ein derartiges Organ festgestellt worden.

Die schon früher erwähnte epizoische Gattung *Wandolleckia* ist unter dem Namen Cooksche Gattung durch WANDOLLECKS viel genannte Arbeit „Die *Stethopathidae*, eine flügel- und schwingerlose Familie der *Diptera*" (1898) bekanntgeworden. COOK hatte die Tiere auf lebenden, großen Landschnecken in Liberia gefunden. Über Einzelheiten ihrer Lebensweise teilt WANDOLLECK nur mit: „Sie scheinen sich vom Schleim der Schnecken zu nähren. Sie sind sehr gute Läufer, bei Beunruhigung verlassen sie sehr schnell ihren Wirt, um später wieder zurückzukehren."

Die biologische Bedeutung der imaginalen Entwicklung liegt in der Unterdrückung oder Abkürzung des freien Larvenstadiums. Wie zweckmäßig eine solche Unterdrückung ist, ergibt sich sofort, sobald man sich eine normal organisierte Phoridenlarve als Ektoparasit einer Gehäuseschnecke vorzustellen versucht. Sie würde beständig in Gefahr sein, bei Zurückziehung des Schneckenkörpers von diesem abgestreift zu werden. Eine Phoride, die in allen Entwicklungszuständen auf Gehäuseschnecken ein ektoparasitisches Leben führt, erscheint also nicht möglich. Darum fiel das Lavenstadium aus. Die Anpassung hätte allerdings auch andere Wege einschlagen können, die Larve hätte eine nicht parasitische Lebensweise einhalten oder aber besondere Haftorgane erwerben können. Tatsächlich ist es aber hierzu nicht gekommen. Das freie Larvenstadium wurde durch imaginale Entwicklung ersetzt.

Als Kuriosität möchte ich noch das Genus *Microdon* der Subfamilie *Microdontinae* (Bienenfliegen) der Familie der *Syrphidae* (Schwebfliegen) erwähnen. Die Larven dieser Fliegen ähneln kleinen Nacktschnecken. Sie wurden zuerst als solche beschrieben.

Ordnung: Trichoptera (Köcherfliegen)

Die Larven der Trichopterenfamilien *Molannidae, Odontoceridae* und *Sericostomatidae* benutzen zum Bau ihrer Gehäuse vielfach Schalen von Muscheln und Schnecken. Auch aus der Familie der *Limnophilidae* verwendet eine Art, *Limnophilus flavicornis* L., Molluskenschalen zum Bau ihres Köchers.

Schließlich bleibt noch zu erwähnen, daß eine Landschneckenart, die westindische *Veronicella occidéntalis,* die im allgemeinen vegetabile Nahrung aufnimmt, unter Umständen, vermutlich in Ermangelung solcher auch tote Insekten verzehrt.

Zusammenfassung

A. 1. An eine parasitische Lebensweise auf Mollusken sind zahlreiche Copepoden angepaßt, die ausschließlich marine Arten befallen.
2. Cirripedien können entweder als Kommensalen auf den Gehäusen mariner Bivalven und Gastropoden leben, oder auch als Endoparasiten, die auf der Bauchseite von Paguriden festsitzen und mit ihrem Stiel an der Grenze von Abdomen und Cephalothorax des Krebses eindringen, auftreten. In diesem Falle sind die Beziehungen indirekt, da die Einsiedlerkrebse Schneckengehäuse bewohnen.
3. Dekapoden suchen vielfach Schutz in Molluskenschalen, so verkriechen sich die Paguriden in überwiegender Mehrzahl in gewundenen Gastropodenschalen. Die primitivsten Formen der *Paguridae,* die noch keine spezifische Anpassung der Scherenfüße zum Verschluß der Gastropodenschalen zeigen, verbergen sich in den graden Röhren von Scaphopoden (*Dentalium*).
4. In der Mantelhöhle von *Pinna* und anderen Mollusken leben Krebse der Gattung *Pinnotheres.* Die Weibchen sind bei dieser Gattung ständig an ihren Wirt gebunden, während die Männchen die Weibchen nur zur Zeit der Begattung aufsuchen.
5. Verschiedene Pontoniiden (*Conchodytes, Pontonia*) leben paarweise im Innern von Muscheln und bleiben ständig in ihnen gefangen.
6. Zahlreiche marine Dekapoden sind Molluskenfresser, in unseren einheimischen süßen Gewässern sind es vor allem der amerikanische Flußkrebs, *Cambarus affinis* und die chinesische Wollhandkrabbe, *Eriocheir sinensis,* die sich vorwiegend von Gastropoden und Bivalven nähren.
7. Cephalopoden, insbesondere *Octopus,* sind arge Feinde der Dekapoden. Ein selten eintretender Fall, daß eine Molluskengruppe aktiv Arthropoden angreift.

B. 1. Unter den Opiliones ist es in unserer einheimischen Fauna *Ischyropsalis helwigii* Panz., die Schnecken mit hyalinen Gehäusen und Nacktschnecken angreift und verzehrt.
2. *Argyroneta aquatica* verwendet Schneckenschalen von *Lymnaea stagnalis* und *Planorbis corneus* als Wohnung. In leeren Schneckenschalen, die an der Wasseroberfläche einfrieren, überwintern Wasserspinnen sehr häufig.
3. Über ökologische Beziehungen zwischen Wassermollusken und Hydrachniden ist uns bekannt, daß Paraphagen ausschließlich

auf die Gattung *Unionicola* in ihren Untergattungen *Pentatax, Hexatax* und *Unionicola* s. str. beschränkt sind.

4. Unionicolinen suchen im allgemeinen nur Bivalven auf, Gastropoden werden nur in wenigen Ausnahmen befallen, so wurden in der Kiemenhöhle einer südamerikanischen *Ampullaria* und der indischen *Lecythoconcha lecythis* Milben gefunden.
5. Milben des Genus *Halixodes* der Familie *Halacaridae* wurden auf einer *Chiton*-Art festgestellt.
6. Terrestrische Gastropoden, Gehäuse- und Nacktschnecken, werden ebenfalls von paraphagen *Acari* befallen. Es handelt sich hier um Ereynetiden, und zwar um Vertreter des Genus *Ricardoella.*

C. 1. Eine große Anzahl verschiedener Käfer und Käferlarven nähren sich von Landschnecken. Den Schnecken stehen Abwehrmöglichkeiten zur Verfügung, diese sind verschieden, je nach dem ob es sich um Prosobranchier oder Pulmonaten handelt.
2. Prosobranchier verschließen ihr Gehäuse ruckartig mit dem Deckel.
3. Pulmonaten schützen sich durch starke Schleimabsonderungen oder durch Zurückziehen in die obersten Gehäusewindungen. Außerdem können verschiedene Zahn- und Schwielenbildungen in der Verschlußebene der Schalenmündungen zahlreicher Schnecken ebenfalls als Schutz gegen Käferfraß angesehen werden. Die Notwendigkeit eines Schutzes gegen Trockenheit mag bei der Anlage derartiger Verschlußbildungen allerdings meist mitsprechen.
4. Bei den Käfern ist, um den Körper von Gehäuseschnecken aus den oft engen Windungen herausfressen zu können, ein kleiner beweglicher Kopf und ein schmaler Brustabschnitt von Vorteil. Derartige Erscheinungen kann man als Cychrisationserscheinungen betrachten.
5. Unter den Silphiden (Aaskäfern) sind es insbesondere *Ablattaria laevigata* F. und *Phosphuga atrata* L., die von Schneckennahrung leben und aus diesem Grunde cychrisiert sind. Andere Käfer dieser Familie sind Saprophagen, die auch tote Schnecken als Nahrung aufnehmen.
6. Aus der Familie der Canthariden (Weichkäfer) sind es vorwiegend die *Lampyrinae* und *Drilinae,* denen Schnecken als Nahrung dienen. *Micromalthus* ist paedogenetisch, ferner handelt es sich bei *Phengodes, Homalisus, Drilinae* und *Lampyrinae* um Weibchenformen, die infantile Charaktere behielten.
7. Die Imagines und Larven zahlreicher Dytisciden leben von Wassermollusken.

8. Eine besondere Vorliebe für leere Schneckenhäuser als Brutstätten lassen eine ganze Reihe der sogenannten helicophilen Osmien erkennen.
9. Unter den *Chrysididae* (Goldwespen) ist *Chrysis dichroa* Dhlb., eine Art., die in den engen Spiralwindungen von Helix-Gehäusen lebt, die den Osmien selbst nicht mehr zugänglich sind.
10. Auch verschiedene Psammochariden (*Pompilidae*), z. B. *Deuteragenia structor,* leben in Schneckengehäusen.
11. Vielfach leben isolierte *Myrmica*-Königinnen mit ihrer Erstlingsbrut in Schneckengehäusen.
12. Dipteren, die biologisch von Schnecken abhängig sind, kann man in drei Gruppen einteilen, die erste umfaßt zeitweilige Endoparasiten, Fliegen, deren Larven im Innern lebender Schnecken sich angesiedelt haben. Bei einer zweiten Gruppe, die bisher nur durch Arten der afrikanischen Phoridengattung *Wandolleckia* vertreten wird, finden wir die Imagines als Epizoen. Eine dritte Gruppe benutzt Schneckenkadaver zur Unterbringung ihrer Brut, sie sind also im Larvenzustand Saprophagen mit spezialisierter Nahrung: Schnecken-Nekrophagen.
13. Die Larven verschiedener Trichopterenfamilien benutzen zum Bau ihrer Gehäuse vielfach Schalen von Muscheln und Schnecken.
14. Die westindische *Veronicella occidentalis* ist die einzige Landschnecke, von der bekannt ist, daß sie außer vegetabiler Nahrung gelegentlich auch tote Insekten verzehrt.

Literatur

Bischoff, H., Biologie der Hymenopteren. Eine Naturgeschichte der Hautflügler. Berlin 1927.

Boettger, C. R., *Carabus morbillosus* Fabr. und *Otala tigri* Gerv. Eine Anpassungsstudie. Abhandl. Senckenbg. Naturf.-Ges. vol. **37**, 4, 321—325. Frankfurt a. M. 1921.

— — Die Abwehr der Landschnecken gegen Käfer. Sitzungber. Ges. naturforschender Freunde vom 28. Juni 1935 S. 93—102. Berlin 1935.

Burmeister, F., Biologie, Ökologie und Verbreitung der europäischen Käfer. **I.** Bd. *Adephaga.* Krefeld 1939.

Enderlein, G., Neue paläarktische Calliphoriden, darunter Schneckenparasiten (*Dipt.*). Mitteil. Deutsch. Ges. **4**, 120—128. Berlin 1933.

Farbe, I. H., Les Merveilles de l'Instinct chez les Insectes. Kap.: Les ver luisant. Paris 1913.

Heymons, R. und v. Lengerken, Studien über die Lebenserscheinungen der *Silphini* (*Coleopt.*). II. *Phosphuga atrata* L. Zeitschr. f. Morphologie und Ökologie der Tiere **9**, I. u. II. Heft. Berlin 1927.

— — Desgl. VIII. *Ablattaria laevigata* F. **24**, II. Heft. Berlin 1932.

Kästner, A., Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. Herausgegeben von F. Dahl. 8. Teil: Spinnentiere oder *Arachnoidea.* III. *Opiliones.* Jena 1928.

KRÜGER, P., Dr. H. G. BRONNS Klassen und Ordnungen des Tierreiches **5**, 1. Abt., 3. Buch. Teil IV: *Ascothoracida,* Teil III: *Cirripedia.* Leipzig 1940.

MONOD, T. und DOLLFUS, R., Les Copepodes parasites de Mollusques. Annales de Parasitologie Humaine et Comparee. Paris 1932.

PILSBRY, H. A., The sessile Barnacles (*Cirripedia*) Contained in the collections of the US. National Museum; including a Monograph of the American Species. Washington 1916.

RÜSCHKAMP, F., Zur Biologie der Drilidae und Micromalthidae. Biol. Zentralblatt **40**, 376—389, 1920.

SCHMITZ, H., Biologische Beziehungen zwischen Dipteren und Schnecken. Biol. Zentralblatt **37**, Nr. I. Leipzig 1917.

VOGEL, R., Beitrag zur Kenntnis des Baues und der Lebensweise der Larve von *Lampyris noctiluca.* Zool. Inst. der Universität Tübingen 1915.

VITZTHUM, H. GRAF VON, *Acarina* aus Dr. H. G. BRONNS Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Bd. **5** *Arthropoda,* 4. Abt. *Arachnoidea.* Leipzig 1943.

WESENBERG-LUND, Biologie der Süßwassertiere, wirbellose Tiere. Wien 1939.

(Aus dem Institut für Angewandte Zoologie der Universität Würzburg)

Zur Biologie, Ökologie und Morphologie einer neuen Varietät der Kleinen Roten Waldameise: *Formica minor pratensoides*

Von

KARL GÖSSWALD

Mit 4 Abbildungen

Inhaltsübersicht:

A. Vorbemerkungen: 1. Bisher bekannte Arten und Rassen der Roten Waldameise. 2. Zur Unterscheidung der *Formica minor pratensoides*. 3. Methode der Laboratoriumsuntersuchungen. — B. Zur Ökologie, Biologie und Systematik von *Formica minor pratensoides*. — I. Ergebnisse von Freilandbeobachtungen und -versuchen. 1. Zur Ökologie von *Formica minor pratensoides*. a) Standort. b) Nester. c) Straßen. d) Zahl der Nester. e) Verhalten von Ablegern. 2. Zur Biologie von *Formica minor pratensoides*. a) Individuenreichtum. b) Zahl der Königinnen. — II. Laboratoriumsbeobachtungen. 1. Versuche zur Aufnahme von Weibchen der Fichtenameise bei Arbeiterinnen von *Formica minor pratensoides* (Nr. 1—2). 2. Versuche zur Aufnahme von Weibchen bei *Formica minor pratensoides* bei Arbeiterinnen der Fichtenameise (Nr. 3—7). 3. Versuche zur Aufnahme von Weibchen der *Formica minor pratensoides* bei Arbeiterinnen verschiedener Formen von *Serviformica* (Nr. 8—11). 4. Zusammenfassung der Laboratoriumsergebnisse. — III. Morphologie. — C. Zusammenfassung. — Schrifttum.

A. Vorbemerkungen

1. Bisher bekannte Arten und Rassen der Roten Waldameise

In früheren Arbeiten (GÖSSWALD 1941 a, b, 1944 a, b) habe ich über Art- und Rassenunterschiede der Roten Waldameise berichtet. Die Systematik der Gattung *Formica* ist wie die vieler anderer Formicidengattungen revisionsbedürftig. Ich hätte vor der Bekanntgabe bisheriger Ergebnisse gern mehrere Jahre gewartet, um erst aus recht vielen Verbreitungsgebieten das Material zu sichten, aber die wirtschaftliche Bedeutung der Roten Waldameise macht vorläufige Mitteilungen erforderlich, um die Vermehrung der Roten Waldameise im Dienste der Waldhygiene dem jeweiligen Stand der Forschung anzugleichen. Drei Haupttypen der Roten Waldameise, nämlich eine Große, Mittlere und Kleine mußten geschieden werden, vor allem

wegen der tiefgreifenden Unterschiede in der Lebensweise und auch Verbreitung; sie werden vorläufig bis zur endgültigen Benennung nach den Bestimmungen der Nomenklaturregeln *Formica rufa rufa, Formica rufa rufo-pratensis major* und *Formica rufa rufo-pratensis minor* genannt. Daneben gibt es eine auch im Walde vorkommende Wiesenameise *Formica rufa pratensis* Retz.

Die Kleine Rote Waldameise, im folgenden kurz *Formica minor* genannt, spaltet sich in verschiedene Rassen und Varietäten auf. Ökologische Rassen der *Formica minor* sind die bereits beschriebene Fichtenrasse und Kiefernrasse; erstere ist in Fichten- und letztere in trockeneren Kiefernwäldern verbreitet. Daneben wurde kurz auf eine Sandwaldameise mit Sandwällen um das verhältnismäßig tiefliegende Nest als weitere ökologische Rasse verwiesen. Die Kleine Rotrückige Waldameise stellt wohl nur eine Farbvarietät der Kiefernrasse dar; sie zeichnet sich durch einen rein roten Rücken aus, ist aber viel kleiner als die Große Rote Waldameise und führt die gleiche Lebensweise wie die Kleine Rote Waldameise. Die Stellung einer weiteren Form der Kleinen Roten Waldameise, nämlich der Zwergwaldameise, die sich durch auffallend kleine Arbeiterinnen und außergewöhnlichen Reichtum an Arbeiterinnenpuppen auszeichnet, steht noch nicht fest. Diese Form wurde bisher in Kiefernwäldern auf Sandboden gefunden (Prenden, Krähenberg) in der Nähe einer größeren Kolonie der Kiefernrasse.

2. Zur Unterscheidung der *Formica minor pratensoides*

In der Umgebung von Würzburg und zwar in der Revierförsterei Irtenberg des Forstamtes Waldbrunn stellte ich 1944 beiderseits der nach Waldbrunn führenden Waldstraße bei Fichteneinsprenglingen einige Nester der Kleinen Roten Waldameise fest, die mir seinerzeit, als ich einen Versuchswald für die Anlage der hier zu gründenden Königinnenzuchtstation auswählte, durch ihre Ähnlichkeit mit der Wiesenameise *Formica pratensis* unangenehm aufgefallen waren, unangenehm deshalb, weil *pratensis* bei weitem nicht die hohe forstliche Bedeutung hat wie die außerordentlich nützliche Kleine Rote Waldameise. Mein Bericht lautete 1944: „Einige Nester mit sehr starkem *pratensis*-Einschlag!" Ab 1945 erhielt ich Gelegenheit, die *minor*-Nester mit *pratensis*-Einschlag genauer zu untersuchen. Zunächst wurden von dem einen dieser Nester im Frühjahr 1946 zwei Ableger ausgesetzt. Das Stammnest hatte einen Durchmesser am Boden von 1,30 m und eine Höhe von 50 cm. Bis zum Herbst war die gleiche Höhe wieder erreicht. Im Frühjahr 1947 wurde, da sich die Ableger sehr auffällig verhalten hatten, ein Sack voll Ameisen aus dem gleichen Nest zusammen mit einem Sack voll Ameisen aus einem Fichtenameisennest auf einem einzigen Haufen ausgesetzt, um aus diesem Versuch die Verträglichkeit der beiden Formen festzustellen. Das Ergebnis (vgl. S. 440) bestätigte abermals die Vermutung, daß die

pratensis-ähnliche Form eine Besonderheit darstellt. Im Winter 1946/47 waren bereits Königinnen des erwähnten Nestes ausgegraben worden. Auch die Weibchen waren sehr deutlich von dem üblichen Aussehen der bisher bekannten *minor*-Weibchen verschieden (vgl. S. 455), ebenso zeigten die im Nest im Frühjahr in Erscheinung tretenden Männchen deutliche Unterschiede. Da sowohl der äußere Habitus, insbesondere die Farbe der Imagines wie die ökologischen Verhältnisse sich von den bisher bekannten *minor* einerseits unterscheiden und andererseits zu den sehr ähnlich aussehenden *pratensis* wesentliche biologische und ökologische Gegensätze bestehen und diese gleiche Form konstant in einigen Nestern festgestellt wurde, halte ich es für angebracht, ihr eine besondere Bezeichnung zu geben; sie möge *Formica minor pratensoides* genannt werden. Bei mehreren der sehr zahlreichen Einsendungen von Waldameisenproben aus den verschiedensten Forstämtern waren ähnliche Typen vertreten, die in Färbung sehr an *pratensis* erinnern. Leider standen bisher immer nur einige Arbeiterinnen zur Diagnose zur Verfügung, keine Geschlechtstiere und auch eine Standortbesichtigung, die den besten Aufschluß gegeben hätte, war noch nicht durchführbar. So soll wenigstens auf diese nun bei Irtenberg deutlich unterschiedene *pratensoides* hingewiesen werden. Ihre Verwendung bei der künstlichen Vermehrung der Kleinen Roten Waldameise als Maßnahme für die Waldhygiene erscheint nach den bisher vorliegenden Ergebnissen nicht ratsam, während alle übrigen zur Zeit bekannten Rassen und Varietäten der Kleinen Roten Waldameise durchaus geeignet sind.

3. Methode der Laboratoriumsuntersuchungen

Als Versuchsgläser dienten sogenannte Honiggläser mit 6—7 cm Durchmesser, deren Boden etwa 2 cm hoch mit einer stets feucht gehaltenen Gipsschicht bedeckt ist. Das Davonlaufen der Ameisen wurde verhindert durch Bestreichen des oberen Glasrandes mit Paraffinöl oder Glycerin. Während der kühleren Frühjahrszeit standen die Versuche in einem durchschnittlich auf 18° C erwärmten Raum.

Im Sommer waren die Versuchsgläser in einem Freilandbehelfslaboratorium aufgestellt, wo sie täglich kontrolliert wurden. Über die Herkunft der Versuchstiere wird bei der Beschreibung der Versuche berichtet. Als Futter diente Bienenhonig, zwischendurch wurde zur Abwechslung Insektennahrung geboten. Die Versuchsanordnung ist physiologisch einwandfrei, indem sie vor allem dem besonders wichtigen Feuchtigkeitsbedürfnis der Ameisen (vgl. Gösswald 1938 und 1941 c) entspricht. Eine Wiederholung naturgetreuer Verhältnisse im Versuch ist bei den individuenreichen *Formica*-Arten unmöglich. Die Ergebnisse können also nicht absolut auf natürliche Verhältnisse übertragen werden, erlauben aber doch durch Vergleich mit anderen Arten einen relativ richtigen Einblick in die Lebensgewohnheiten der untersuchten Ameise.

B. Zur Ökologie, Biologie und Morphologie von *Formica minor pratensoides*

Wie die Art- und Rassenunterschiede der bisher besprochenen Waldameisentypen soll auch die neue Form nicht ausschließlich aus rein morphologischen Gesichtspunkten betrachtet werden, sondern zugleich in Verbindung mit Besonderheiten der Lebensweise. Gerade bei den äußerlich ähnlichen Waldameisen geben die Unterschiede in dem ökologischen und biologischen Verhalten ein viel besseres Artbild als der Habitus allein. Es wäre eine wertvolle Ergänzung der Systematik, wenn man nach Möglichkeit die Beschreibung neuer Formen mehr als bisher durch Besonderheiten in der Bionomie abrunden wollte. Manchen Verwechslungen äußerlich kaum oder nur schwer zu unterscheidender Arten wäre dadurch vorgebeugt.

I. Ergebnisse von Freilandbeobachtungen und -versuchen

Auf einige Beobachtungen wurde bereits in den Vorbemerkungen Bezug genommen. Im folgenden soll noch die Nestlage und die Nestform besprochen und über Freiland- und Laboratoriumsversuche mit *Formica pratensoides* berichtet werden.

1. Zur Ökologie von *Formica minor pratensoides*.

a) Standort

Der Standort der aufgefundenen Nester von *Formica pratensoides* entspricht dem Wohngebiet der Fichtenrasse der Kleinen Roten Waldameise. Der Untergrund ist Letten mit einer etwa 30 cm hohen Lößschicht, feucht, bei lückigerem Baumbestand von hohem üppigem Graswuchs bedeckt. Der Fichtenbestand ist in dem Beobachtungsjahr etwa 60jährig, ein großes Nest liegt am Rand der Straße, wobei beiderseits Fichten stehen, aber gleichwohl ist dieser Platz etwas mehr wärmebegünstigt als das Bestandesinnere. Einige kleinere Nester der gleichen Form liegen hangabwärts in Westrichtung, am Rande des Nestbestandes an einem stark grasbewachsenen Waldweg, der die Grenze bildet zu einer 20jährigen Fichtenkultur. Dieser Standort ist relativ feuchter und kühler als der obige.

b) Nester

Die an diesem Grasweg liegenden Nester werden oft gestört und machen einen schwächlichen Eindruck. Eine typische Nestform kann wegen der häufigen Störungen nicht beschrieben werden. Das am Straßenrand hangaufwärts gelegene Nest weist einen Umfang und eine Höhe auf, die weit über die Maximalgröße eines Nestes der äußerlich täuschend ähnlich aussehenden Wiesenameise hinausgeht (vgl. S. 434). Wiesenameisennester habe ich zudem nie in so feuchten

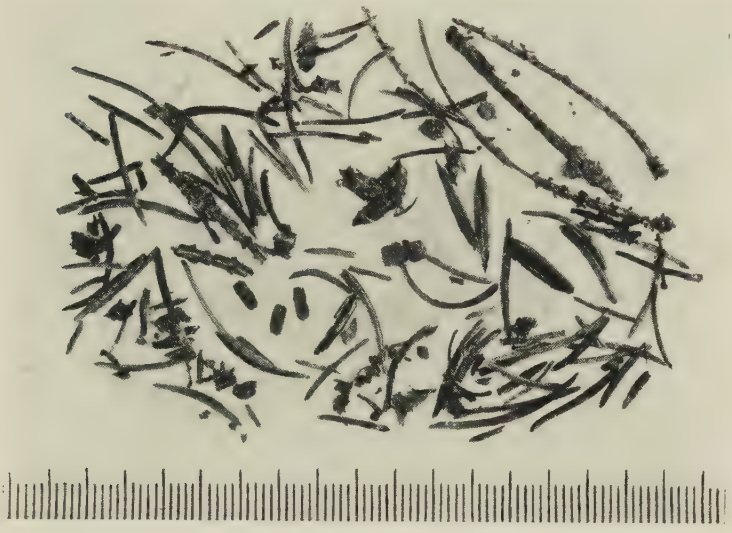


Abb. 1. Nestmaterial von *Formica minor pratensoides* aus 20 cm Tiefe. Standort: Fichtenbestand an Straße nach Waldbrunn, 1944. (Original)

Fichtenbeständen gefunden, sondern höchstens in lückigen Kiefernbeständen auf trockenem Boden. Das Nestmaterial dieses Nestes in 20 cm Tiefe ist in Abb. 1 dargestellt. Da mir die Ameisen bereits bei meinem ersten Besuch aufgefallen waren, hatte ich 1944 noch diese Aufnahme gemacht. Das Nestmaterial entspricht etwa dem der Fichtenameise (Abb. 2), ist also wesentlich feiner als

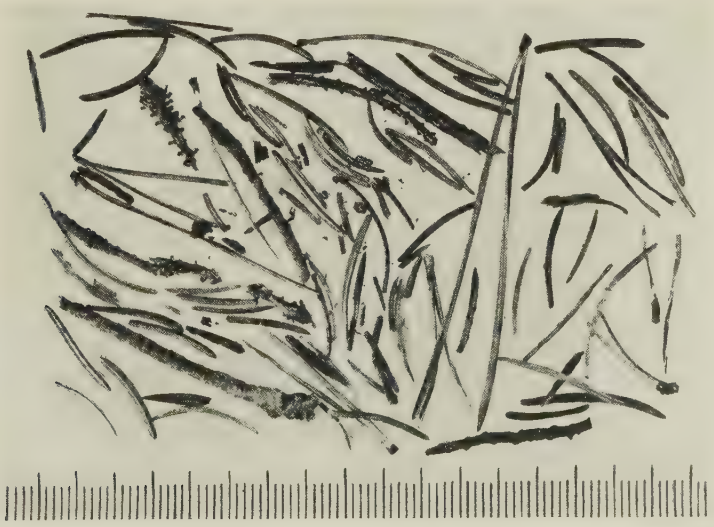


Abb. 2. Nestmaterial von *Formica minor*, Fichtenrasse aus 20 cm Tiefe. Standort: Fichtenbestand „Verhängtes Jagen", Forstamt Waldbrunn, 1944. (Original)

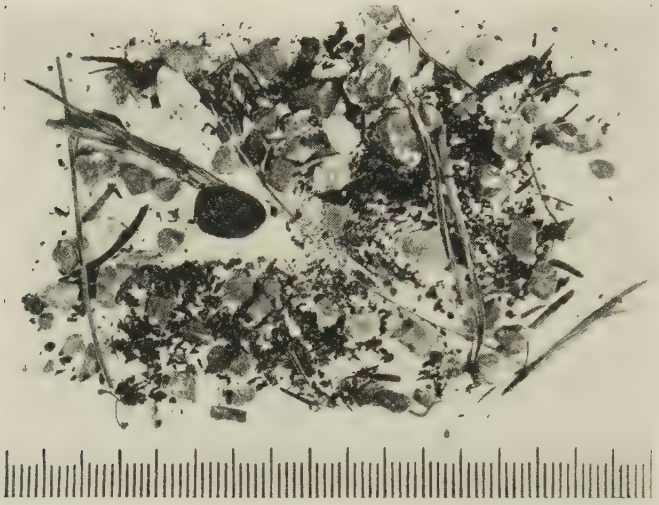


Abb. 3. Nestmaterial von *Formica pratensis*, aus 20 cm Tiefe mit Kalksteinchen aus Straßenschotter. Standort an Hauptstraße zwischen Irtenberg und „Verhängtem Jagen", Forstamt Waldbrunn, 1944. (Original)

das der Wiesenameise (Abb. 3 und 4). Als wichtiges Kennzeichen für eine Waldameisenform seien die Baumstrünke in Nestern der *pratensoides* erwähnt, während alle bisher von mir untersuchten *pratensis*-Nester unmittelbar ohne Baumstrunk in den Boden gebaut sind. Bis zum Jahre 1949 waren die im Talgrunde gelegenen Nester ausgestorben. Auch das ursprünglich große Nest an der Straße war durch häufige Störungen und Plünderungen ge-

Abb. 4. Nestmaterial von *Formica pratensis* aus 20 cm Tiefe, verhältnismäßig grob, mit Hasenexkrementen. Standort: Volkersberg bei Erlabrunn, 1943. (Original)

schwächt und zu mehrfachen Wanderungen veranlaßt worden. Eine Wanderstraße zu einer neuen Nestanlage war verhältnismäßig schmal und erweckte allerdings den Eindruck einer *pratensis*-Straße; doch ist zu berücksichtigen, daß es sich hier um eine Verbindungsstraße handelt, wie sie auch bei der Kleinen Roten Waldameise vorkommt. Nur bei einem kleinen Ableger (J b) ist im Sommer 1949 eine Straße, die in den Wald führt (vgl. S. 440), zu erkennen.

c) Straßen

Schließlich ist ein weiteres negatives Kennzeichen, welches im Gegensatz zu den Gepflogenheiten der *pratensis* steht, das Fehlen der sonst von den Nestern der *pratensis* ausgehenden, meist tief in den Boden eingeschnittenen und manchmal sogar unterirdisch zu den Pflanzenlausherden verlaufenden Straßen (Gösswald 1943). Bei einem so großen alten Nest wären solche Straßen deutlich ausgeprägt, wenn es sich um die Wiesenameise *pratensis* gehandelt hätte. Die Fichtenameise hält sich meist in Nestnähe an eine bestimmte Richtung, so daß der Eindruck von Straßen erweckt werden kann, die in breiter Front begangen werden; diese Pfade sind aber nur insofern straßenähnlich, als die Ameisen in Nestnähe von hier aus sich verteilen, ohne deutlich Hindernisse zu beseitigen; solche Wege sind in der Regel nur an den dahinlaufenden Ameisen erkenntlich, während das echte Straßensystem der Wiesenameise und der Mittleren Roten Waldameise sehr sauber ausgebaut ist, so daß man mitten im Winter, ohne Ameisen zu sehen, sehr deutlich die Ameisenpfade weithin verfolgen kann.

d) Zahl der Nester

Die Zahl der Nester, die zu einer Kolonie gehören, also untereinander wenigstens zeitweise in Verbindung stehen, ist ebenfalls ein Kriterium. Bei der Wiesenameise habe ich regelmäßig Einzelnester gefunden, das Vorhandensein eines Zweignestes kann durch Nestwechsel vorgetäuscht werden. Die *pratensoides* dagegen ist wie die Kleine Rote Waldameise polydom, d. h. ihre Kolonien können mehrere zusammengehörende Nester umfassen. Die *pratensoides* neigt bei Störungen, ebenso wie die anderen *minor*-Rassen der Kleinen Roten Waldameise, zur Abspaltung kleiner Nestchen, wie sich sehr deutlich bei einer Störung des an der Straße gelegenen Nestes zeigte. Anschließend wurden nämlich in Nestnähe vier kleine Nestchen angelegt, eines nach dem anderen in auffallend unsteter Weise. Nach einigen Wochen hatten jedoch die ursprünglich abgespaltenen Ameisen sich wieder mit dem Mutternest vereinigt.

e) Verhalten von Ablegern

Ganz auffällig zeigte sich die Neigung der *pratensoides* zur Aufteilung in kleine Nestchen bei den Ablegern. Der am Rande des Fichtenwaldbestandes am verhängten Jagen über einem Baumstrunk ausgesezte Ableger I wanderte zunächst einige Meter auf

die Lichtung (ein für spätere Autobahn geschlagener Hieb) zu und setzte sich einige Monate lang an einen Fichtenstrunk fest. Dann wanderte der Ableger etwa 100 m weit weg in die baumlose Lichtung hinein, bildete dort ein kleines Nestchen im Boden ohne Baumstrunk (Nest Ia). Hier spaltete sich ein Teil ab, wanderte etwa 60 m in Richtung zum ersten Standort an den Rand einer Vertiefung und setzte sich hier etwa 25 m vom Waldrand entfernt, ebenfalls ohne Baumstrunk fest (Nest I b). Im Jahr 1947 sind diese beiden Nester an den bezeichneten Plätzen geblieben; sie haben nur wenig an Größe zugenommen, befinden sich aber in einem lebenskräftigen Zustand. 1949 ist Nest I a nach wiederholter Störung ausgestorben, I b hat sich gut gehalten; von hier führt eine *pratensis*-artige Straße in den nahen Wald.

Ein anderer Ableger II aus dem gleichen Stammnest wurde 1946 mitten im Fichtenwaldbestand auf einer kleinen Erhebung in Wegnähe ausgesetzt; dieser Platz bietet keine Möglichkeit aus dem Wald auszuwandern. Die Erwärmung des Standortes ist zufolge der Wegnähe und der leichten Erhebung des Standortes über das Niveau des übrigen Waldbodens verhältnismäßig gut aber nicht absolut hoch. Die Entwicklung der kleinen Ableger ging daher im ersten Jahr des Aussetzens mäßig vor sich, es war gegen Jahreswende ein kleines unscheinbares Nestchen vorhanden, zahlreiche unstete Wanderungen innerhalb eines Raumes von etwa 100 qm haben der Entwicklung geschadet. Im Frühjahr 1947 wurden die Ameisen mühsam am Fuß einer Fichte wiedergefunden. Das Nest reichte aber in die Tiefe und war für seinen Umfang gut besetzt. Im Sommer 1947 teilte sich dieser Ableger in sieben Zweignester auf, die dann unstet wie im Vorjahr hin- und herwanderten; diese Nestchen waren aber nicht immer alle besetzt; sie liegen in einer Entfernung von durchschnittlich 3—5 m voneinander. Eine Ursache der ungewöhnlich starken Aufteilung ist nicht zu erkennen, es scheint sich somit um eine besondere Eigenart der *pratensoides* zu handeln. Bei der Kiefernrasse gibt es manchmal auch besonders wander- und aufteilungsfreudige Stämme, aber ein derartig extremer Fall war von mir noch nicht beobachtet worden. Als 1949 der ganze Fichtenbestand mit Ablegern der Kleinen Roten Waldameise (Fichtenrasse) besetzt wurde, konnten sich die kleinen *pratensoides*-Nestchen hier nicht mehr halten.

Ein im Frühjahr 1947 wieder von dem oben erwähnten *pratensoides*-Stamm-Nest entnommener Ableger wurde zusammen mit einem Sack voll Ameisen aus einem Fichtenameisen-Nest an einem vorteilhaft besonnten Standort desselben Fichtenbestandes (verhängtes Jagen) über einem Fichtenbaumstrunk ausgesetzt. Während die Fichtenameisen, ähnlich wie andere zur gleichen Zeit ausgesetzten Ableger dieser Rasse am Standort blieben und sich sehr gut entwickelt haben, spalteten sich die *pratensoides* nach wenigen Tagen ab und bezogen ein eigenes

Nest über einem 15 m entfernt am Wegrand gelegenen Fichtenstrunk. Von hier wanderten sie nach wenigen Wochen über den Weg hinweg 40 m weit in ein Laubwaldstück, Buchen-Eichenwald mit sehr feuchtem Untergrund und auffallend gutem Eichenaufschlag, also einem verhältnismäßig gut belichteten aber feuchten Platz. Hier blieb das Nest längere Zeit und entwickelte sich zu ansehnlicher Größe, dann wanderte der Ableger weiter 20 m vom ursprünglichen Standort fort, verweilte hier noch einmal. Bis zum Spätherbst hatte sich der Ableger mehr hangaufwärts wieder zurück in Wegnähe zu einigen Fichten zurückgezogen, wo der Platz 5 mal gewechselt worden war, wie noch benachbarte verlassene Nesthaufen erkennen ließen. So ist auch dieser Ableger übereinstimmend mit den übrigen gleicher Herkunft, auffallend viel umhergewandert. 1949 wurde der Ableger von neu ausgesetzten Nestern der Fichtenrasse überwältigt. Das starke Aufteilen und Wandern bedeutet für die Aufgaben der künstlichen Vermehrung einen Nachteil, da sehr viel Energie nutzlos verloren geht, die sonst dem Aufbau eines größeren Nestes mit ausgeglichenem Klimahaushalt zugute kommen könnte. Die praktische Bedeutung der *pratensoides* ist daher in Frage gestellt. Hinsichtlich des Verhaltens gegen Forstschädlinge konnte bisher kein Urteil gewonnen werden, da dies nur im Schadgebiet während einer Massenvermehrung möglich ist. Die *pratensis* steht in dieser Hinsicht weit hinter den Waldameisen und besonders gegenüber der Kleinen Roten Waldameise zurück (vgl. Gösswald 1944 b), aber die äußere Ähnlichkeit der *pratensoides* mit dieser Wiesenameise muß nicht notwendig die Betätigung des Raubinstinktes einbeziehen.

2. Zur Biologie von *Formica minor pratensoides*

Wie bereits angedeutet entspricht auch die Lebensweise der *Formica pratensoides,* ähnlich wie die ökologische Eigenart weit mehr den Gewohnheiten der Kleinen Roten Waldameise als der *Formica pratensis.*

a) Individuenreichtum

Wenn man das Nest betrachtet, fällt bereits der Individuenreichtum der Kolonie auf, der ganz abgesehen von dem Umfang des Nestes, sehr beträchtlich die sonst beobachtete, höchstmögliche Bevölkerungsdichte der *pratensis* übersteigt. Das beschriebene große Nest wird auf etwa 300 000 Arbeiterinnen geschätzt, ungewöhnlich große *pratensis*-Nester enthalten höchstens bis 100 000 ♀♀.

b) Zahl der Königinnen

Wir wissen, daß die Kleine Rote Waldameise ihren Individuenreichtum, durch den sie sich nicht nur vor der Wiesenameise, sondern auch vor der Großen Roten Waldameise auszeichnet, der großen Zahl ihrer Königinnen verdankt (vgl. Gösswald 1941 a). Einige hundert bis 3000 Königinnen wurden in Einzelnestern festgestellt, dabei kann

eine Kolonie viele solche Einzelnester umfassen. Ausgrabungen im Winter 1946/47 haben für die *pratensoides* eine sehr große Zahl von Königinnen zutage gefördert, in einer einzelnen Überwinterungskammer wiederholt bis 20 Stück! Die Gesamtzahl der Weibchen eines erwachsenen Nestes dürfte mehrere hundert betragen. Die Zahl wurde nicht erschöpfend festgestellt, um die Nester für weitere Beobachtungen zu schonen. Es genügte festzustellen, daß die *pratensoides* zu den polygynen Waldameisen gehört. Die Zahl der Königinnen ist ausschlaggebend für das biologische Verhalten der Waldameisenarten, wie früher (GÖSSWALD 1944a) nachgewiesen werden konnte. Somit paßt *pratensoides* auch hinsichtlich ihrer Lebensweise in den Rahmen der Kleinen Roten Waldameise.

Biologisch bemerkenswert ist noch ein Wechsel in der Aufzucht von Geschlechtstieren: als das am Straßenrand gelegene Nest noch verhältnismäßig groß und individuenreich war, wurden im Frühjahr geflügelte Weibchen aufgezogen. Nachdem das Nest aber geschwächt worden war, entwickelten sich 1948 und 1949 außer den später im Sommer herangezogenen Arbeiterinnen im Frühjahr nur Männchen. Bei zahlreichen Ablegern von *minor* konnte ich feststellen, daß in den ersten Jahren Männchen aufgezogen werden, später, wenn die Nester stärker herangewachsen sind, dagegen Weibchen. In dem *pratensoides*-Nest spielte sich also sinngemäß der umgekehrte Wechsel ab. In diesem Zusammenhange soll noch erwähnt werden, daß in der Umgebung von Würzburg, wie ich seit 1928 beobachten konnte, bei *Formica pratensis* stets zwei Geschlechtstiergelege aufgezogen werden, bei den Waldameisen dagegen nur ein Gelege von Männchen oder Weibchen. *Pratensoides* verhält sich wie die Waldameise, indem sie nur im Frühjahr Geschlechtstiere zur Reife bringt. Allerdings könnte auch die kühlere Lage im Fichtenwald zur Wirkung kommen. Die Wiesenameise ist überwiegend im offenen Gelände oder am Waldrand sowie in lückigen Beständen verbreitet. In Gegenden mit weniger warmem Makroklima, z. B. bei Eberswalde, zieht auch die Wiesenameise nur im Frühjahr, und zwar später als die Waldameisen, Geschlechtstiere auf.

II. Laboratoriumsbeobachtungen

1. Versuch zur Aufnahme von Weibchen der Fichtenameise bei Arbeiterinnen von *Formica pratensoides*

Die Weibchen und Arbeiterinnen der *Formica pratensoides* wurden im Laboratorium nach der in den Vorbemerkungen angegebenen Methode hinsichtlich ihres Verhaltens gegen andere *Formica*-Formen untersucht. Solchen Versuchen liegt eine biologische und praktische Bedeutung zugrunde. Zur ersten können sich Folgerungen hinsichtlich der mehr oder minder engen Beziehungen mit anderen nahestehenden Arten ergeben. Die Auswertung solcher Ergebnisse darf aber nicht

verallgemeinert werden, wir kennen Fälle, in denen systematisch nahestehende Arten mehr unter sich auseinanderstreben als gegen entfernter verwandte Ameisen, nämlich wenn letztere parasitisch leben. Bei den Beziehungen zwischen selbständigen Arten aber kann man von einer biologischen Verwandtschaftsprobe sprechen, indem aus dem Verhalten der Arten zueinander, wie z. B. in der Neigung, die Brut der verwandten Art aufzuziehen, manchmal auf mehr oder minder nahe verwandtschaftliche Beziehungen geschlossen werden kann.

Die praktische Bedeutung solcher Versuche, etwa Königinnen der Roten Waldameise, insbesondere der hervorragend nützlichen Kleinen Roten Waldameise bei Arbeiterinnen der neuen Form aufnehmen zu lassen, besteht darin, festzustellen, inwieweit bei einer künstlichen Kolonievermehrung andere *Formica*-Arten als Hilfsameisen für die Ansiedlung der seltenen, aber für die Wiedergesundung insektengefährdeter Wälder unbedingt benötigten Kleinen Roten Waldameise herangezogen werden können. Nun ist die *Formica pratensoides* selbst wegen der erwähnten Neigung, sich in kleine Nestchen aufzuspalten sowie zufolge ihrer Ortsunstetigkeit von geringerer Bedeutung, abgesehen davon, daß ihre Betätigung als Insektenräuber erst noch unter Beweis gestellt werden müßte; aber als Hilfsameise für die Ansiedlung der als nützlich erprobten Rassen der Kleinen Roten Waldameise könnte auch *Formica pratensoides* gute Dienste leisten. In diesem Falle gelangen die Eigenschaften der *pratensoides* selbst nicht zur Vererbung, da Ableger dieser Art mit nur Arbeiterinnen ausgesetzt werden, die dann junge begattete Weibchen der nützlichen Rasse adoptieren sollen. Unter diesem Gesichtspunkte wurden bereits die verschiedenen *Serviformica*-Rassen und die weniger nützlichen Waldameisen hinsichtlich ihrer Eignung als Hilfsameisen geprüft; hierüber wird in anderem Zusammenhange berichtet werden. In der vorliegenden Arbeit wird im besonderen auf die Beziehungen zwischen *Formica pratensoides* und der Fichtenrasse der Kleinen Roten Waldameise Bezug genommen. Die Versuche werden als Um- bzw. Anweiselungsversuche bezeichnet. Näheres hierüber in der anderen angekündigten Veröffentlichung.

Ein erster Versuch (Protokoll Nr. 19) mit *Formica pratensoides* hatte folgende Zusammensetzung:

Versuchstiere:

1 *pratensoides*-♀ aus Nest an der Straße nach Waldbrunn (vgl. S. 434), gefunden am 31. März 1947: dazu 50 Arbeiterinnen der gleichen Art; zu dieser kleinen Koloniegruppe der *pratensoides* wurden 5 Königinnen der Fichtenameise gesetzt, die aus Nest 1 am Gäulsweg im verhängten Jagen (Abt. VII, 7 c Forstamt Waldbrunn) während der Sonnung (vgl. Gösswald, S. 97, 1941 a) ebenfalls am 31. März 1947 gefangen worden waren.

Versuchsbeginn:

Am 16. April 1947 im Glas mit Gipsbelag (vgl. S. 435), 18^{10}.

Versuchsverlauf:

Aus den Protokollen werden von den täglichen Notizen nur die bemerkenswerten Ergebnisse dargelegt: Die Königinnen der Fichtenameise (im folgenden kurz *minor* Weibchen genannt) werden sofort nach ihrem Zusetzen angegriffen.

17. April 1947, 17^{00}:

minor-♀♀ zum größten Teil schwach, zeitweise noch Angriffe auf diese *minor*-♀♀ seitens der *pratensoides*-☿ ☿.

19. April 1947, 13^{00}:

Alle *minor*-♀♀ tot, entfernt, *pratensoides*-♀ lahmt am linken Vorderbein, 4 tote *pratensoides*-☿ ☿ entfernt; die *minor*-♀♀ hatten sich zeitweise verteidigt.

28. Mai 1947, 20^{25}:

Versuch abgebrochen, *pratensoides*-♀ und restliche ☿ ☿ leben.

Versuchsergebnis:

5 in eine (aus 1♀ und 50 ☿ ☿ bestehende) Koloniengruppe der *F. pratensoides* gesetzte alte Fichtenameisen-♀♀ werden von den *pratensoides*-☿ ☿ sofort angegriffen und binnen 3 Tagen sämtlich getötet. Die *minor*-♀♀ verteidigen sich; dabei werden einige *pratensoides*-☿ ☿ getötet und das *pratensoides*-♀ ungefährlich verletzt.

2. Versuch (Protokoll Nr. 31):

Versuchstiere:

pratensoides-♀♀ und ☿ ☿ aus Nest wie Versuch 1, 15. April 1947. Fichtenameise aus Nest Nr. 1 wie Versuch 1, 16. April 1947.

Zusammensetzung:

Versuch A: 1♀ und 10 ☿ ☿ von *pratensoides*, dazu 1 *minor*-♀, dieses wird sofort angegriffen.

Versuch B: je 3 *pratensoides*-♀♀ und ☿ ☿ und 3 *minor*-♀♀.

Versuch C: 20 *pratensoides*-☿ ☿ und 3 *minor*-♀♀; letztere werden heftig angegriffen.

Versuch D: 15 *pratensoides*-☿ ☿ und 2 *minor*-♀♀ und 5 *minor*-☿ ☿; letztere und *minor*-♀♀ werden heftig angegriffen.

Versuchsbeginn: 27. April 1947.

28. April 1947, 15^{25}:

A: *pratensoides*-♀ und ☿ ☿ leben, 1 *minor*-♀ tot entfernt.

B: alle Versuchstiere leben, Eiklumpen.

C: 3 *minor*-♀♀ schwach.

D: 1 *minor*-♀ gesund, 1 *minor*-♀ schwach, 5 *minor*-☿ ☿ und 3 *pratensoides*-☿ ☿ tot entfernt.

29. April 1947, 22^{30}:

A und B: kein neuer Verlust (o. B.).

C: 1 *minor*-♀ tot entfernt, 2 *minor*-♀♀ schwach.

D: 1 *minor*-♀ tot entfernt, 1 *minor*-♀ etwas schwach.

1. Mai 1947, 15^{30}:
A: o. B.
B: Eier, 6 neue *pratensoides*-♀ ♀ zugesetzt, 1 *minor*-♀ wird neu angegriffen.
C: 1 *minor*-♀ tot entfernt, das andere schwach.
D: *minor*-♀ sehr schwach.

2. Mai 1947, 23^{00}:
A, B und C = o. B.
D: letztes *minor*-♀ tot entfernt.

5. Mai 1947, 11^{20}:
A: wenig Eier.
B: Eier, 1 *minor*-♀ tot entfernt.
C: letztes *minor*-♀ tot entfernt, 3 neue *minor*-♀♀ (aus Nest 1 am Gäulsweg, 28. April 1947) zugesetzt; sie werden angegriffen.
D: 1 neues *minor*-♀ (wie C) zugesezt; es wird angegriffen.

7. Mai 1947, 10^{10}:
A: wenig Eier, *pratensoides*-♀ lebt.
B: Eiklumpen; 1 *minor*-♀ tot entfernt.
C: keine Eier, 3 *minor*-♀♀ leben.
D: *minor*-♀ lebt, 1 kleine *pratensoides*-♀ tot entfernt.

10. Mai 1947, 22^{50}:
A: o. B.
B: letztes *minor*-♀ tot entfernt, 3 *pratensoides*-♀♀ leben.
C: 3 *minor*-♀♀ leben, 1 *pratensoides*-♀ tot entfernt.
D: *minor*-♀ tot entfernt.

12. Mai 1947, 16^{10}:
A, B, C und D = o. B.

14. Mai 1947, 10^{55}:
A: Eier, *pratensoides*-♀ lebt.
B: 3 *pratensoides*-♀♀ leben.
C: 1 *minor*-♀ tot, 2 *minor*-♀♀ leben.
D: nur noch *pratensoides*-♀ ♀.

17. Mai 1947, 13^{45}:
A: Eier, *pratensoides*-♀ lebt.
B: 3 *pratensoides*-♀♀, 5 ♀ ♀ aus D zugesetzt.
C: Eier, 2 *minor*-♀♀ leben, 1 *praiensoides*-♀ tot entfernt.
D: (vgl. B).

21. Mai 1947, 15^{30}:
A: Eier, *pratensoides*-♀ lebt.
B: 3 *pratensoides*-♀♀ und 3 *pratensoides*-♀ ♀ leben, anderen tot entfernt.
C: Eier, 2 *minor*-♀♀ leben.
D: o. B.

25. Mai 1947, 14^{40}:
A: Eier, *pratensoides*-♀ lebt.
B: Eier, 6 *pratensoides*-♀ ♀ von D zugesetzt.

C: Eier, 2 *minor*-♀♀ leben.
D: (vgl. B), damit aufgelöst.

28. Mai 1947, 20^{30}:
A: Eier, *pratensoides*-♀ lebt.
B: Eier, 3 *pratensoides*-♀♀ leben.
C: wenig Eier, 2 *minor*-♀♀ leben.

5. Juni 1947, 21^{15}:
A: *pratensoides*-♀ lebt.
B: 3 *pratensoides*-♀♀ leben, 3 *pratensoides*-☿☿ tot entfernt.
C: 2 *minor*-♀♀ leben.

18. Juni 1947, 20^{10}:
A: Eier, *pratensoides*-♀ lebt.
B: 3 *pratensoides*-♀♀ leben.
C: 2 *minor*-♀♀ leben.

Weiter bis 1. Oktober 1947 keine wesentliche Änderung; dann aufgelöst.

Versuchsergebnisse:

1. Ein einzelnes *minor*-♀, zu einer relativ starken Gruppe von *pratensoides*-☿☿ gesetzt, wird sofort getötet.
2. Drei *minor*-♀♀ zu ebenso vielen *pratensoides*-♀♀ und *pratensoides*-☿☿ gesetzt, werden nicht angegriffen, wohl wegen des gleichen Kräfteverhältnisses zu den fremden Arbeiterinnen; sobald aber die 3 *pratensoides*-☿☿ durch 6 Gefährtinnen verstärkt worden sind, werden die 3 *minor*-♀♀ der Reihe nach binnen 10 Tagen getötet.
3. Drei *minor*-♀♀, zu einer mittelstarken weisellosen Arbeiterinnen-Gruppe der *pratensoides* gesetzt, werden angegriffen und binnen 9 Tagen getötet. Die Angriffslust der *pratensoides*-☿☿ gegen die fremden *minor*-☿☿ ist in der Arbeiterinnen-Gruppe nicht so stark wie in der vergleichbaren weiselhaltigen Koloniengruppe. Bei einem abermaligen Versuch, 3 *minor*-♀♀ den *pratensoides*-☿☿, welche bereits einmal 3 *minor*-♀♀ getötet hatten, beizugeben, werden die *minor*-♀♀ zwar zunächst wiederum angegriffen, aber zwei davon doch endgültig adoptiert.
4. Die gleichzeitige Beigabe von Arbeiterinnen der *minor* zu den in eine *pratensoides*-Arbeiterinnen-Gruppe gesetzten *minor*-♀♀ verhindert nicht die Abtötung der *minor*-♀♀. Nach den *minor*-☿☿ werden auch deren ♀♀ von den *pratensoides*-☿☿ getötet; ein einzelnes neu zugesetztes *minor*-♀ wird zwar nicht so heftig angegriffen wie die ersten, aber schließlich doch getötet. Im Versuch C dagegen wurden nach der Tötung der anfänglich zugesetzten *minor*-♀♀ die anschließend beigegebenen 3 *minor*-♀♀ zum Teil adoptiert. Auch in anderen Versuchen stellte sich wiederholt heraus, daß in

Mehrzahl zugesetzte *minor* ♀♀ leichter aufgenommen werden als einzelne Weibchen.

2. Versuche zur Aufnahme von Weibchen der *Formica minor pratensoides* bei Arbeiterinnen der Fichtenameise

Nachdem sich in der ersten Versuchsserie gezeigt hatte, daß die Arbeiterinnen von *Formica pratensoides* sehr wenig Neigung zeigen, Weibchen der Fichtenameise, also ebenfalls einer *minor*-Rasse zu adoptieren, sollte in den folgenden biologischen Prüfungen festgestellt werden, wie sich umgekehrt die Arbeiterinnen der Fichtenameise gegen Weibchen der *Formica pratensoides* verhalten.

3. Versuch (Protokoll Nr. 32):

Versuchstiere:

pratensoides-♀ wie im Versuch 1, 15. April 1947.

Fichtenameisen (= *minor*)-☿☿ wie im Versuch 1, 28. April 1947.

Versuchsbeginn: 28. April 1947, 15^{40}:

Zusammensetzung:

30 *minor*-☿☿, dazu 1 *pratensoides*-♀; letzteres wird zunächst heftig angegriffen, nach 2 Minuten wird das *pratensoides*-♀ von den *minor*-☿☿ betastet und beleckt.

15^{50}: noch gelegentlich kurze Angriffe auf das ♀.

20^{00}: *pratensoides*-♀ adoptiert.

29. April 1947, 22^{45}:

pratensoides-♀ lebt.

1. Mai 1947, 16^{30}:

pratensoides-♀ lebt, noch gelegentlich Angriffe.

2. Mai 1947, 24^{05}:

pratensoides-♀ lebt, kein Angriff mehr, 1 *minor*-☿ tot, entfernt, Eipaket.

10. Mai 1947, 23^{15}:

pratensoides-♀ lebt, Eier.

23. Juli 1947, 20^{40}:

pratensoides-♀ lebt, inzwischen öfter Eiablage, aber keine Larvenentwicklung, insgesamt 5 *minor*-☿☿ tot entfernt.

Versuchsergebnis:

Das *pratensoides*-♀ wurde in einer mittelstarken Arbeiterinnen-Gruppe der *minor* adoptiert. Die Eiablage des *pratensoides*-♀ ist stärker als von *minor*-♀♀ gewohnt; eine Larvenentwicklung findet unter diesen Versuchsbedingungen bei diesen Arbeiterinnen der Untergattung *Formica* nicht statt im Gegensatz zu Beobachtungen bei der Untergattung *Serviformica*.

4. Versuch (Protokoll Nr. 44):

Versuchstiere:

pratensoides-♀ wie im Versuch 1, 15. April 1947.

minor-☿☿ wie im Versuch 1, 28. April 1947.

Versuchsbeginn: 1. Mai 1947, 15^{45}.

Zusammensetzung:

15 *minor*-☿☿; dazu 1 *pratensoides*-♀; auch dieses wird zunächst angegriffen.

2. Mai 1947, 24^{00}:
pratensoides-♀ lebt.

10. Mai 1947, 23^{30}:
pratensoides-♀ lebt, keine Eier.

12. Mai 1947, 16^{30}:
pratensoides-♀ tot entfernt. Keinen Angriff seit 1. Versuchstag bemerkt.
1 neues *pratensoides*-♀ gleicher Herkunft zugesetzt.

14. Mai 1947, 11^{40}:
pratensoides-♀ lebt.

17. Mai 1947, 14^{15}:
pratensoides-♀ tot entfernt.

Versuchsergebnis:

Nachdem ein *pratensoides*-♀ in einer mittelstarken Arbeiterinnen-Gruppe, wie aus Versuch 4 zu entnehmen ist, adoptiert worden war, sollte man annehmen, daß die Aufnahme eines *pratensoides*-♀ in einer kleinen *minor*-Arbeiterinnen-Gruppe gelänge. Von dem Zeitpunkt des ersten Zusetzens abgesehen waren Angriffe seitens der Arbeiterinnen auf die *pratensoides*-♀♀ nicht beobachtet worden; eine Eiablage der *pratensoides*-♀♀ war ausgeblieben entgegen der sonst reichhaltigen Eiproduktion dieser Art. Es ist wichtig, gleichmäßig alle Versuche, auch die anscheinend unklaren oder ergebnislosen zu erwähnen, um darauf hinzuweisen, daß die Tiere keine Versuchsautomaten sind und zur Vorsicht bei der Auswertung zu mahnen, die stets nur im Rahmen umfangreicher Vergleichsversuche erfolgen sollte.

5. Versuch (Protokoll Nr. 33):

Versuchstiere:

Wie bei 1; *pratensoides*: 14. April 1947; *minor*: 28. April 1947.

Versuchsbeginn: 28. April 1947, 15^{45}.

Zusammensetzung:

7 *minor*-Arbeiterinnen, 1 *minor*-♀ und 1 *pratensoides*-♀. Das *pratensoides*-♀ wird angegriffen, aber nicht heftig, bald betastet.

28. April 1947, 16^{00}:
Die beiden Weibchen kämpfen miteinander: Das *minor*-♀ beißt in ein Vorderbein, später Hinterbein des *pratensoides*-♀; auch *minor*-☿☿ beteiligen sich neuerdings am Kampf gegen das *pratensoides*-♀.

28. April 1947, 20^{05}:
Das *pratensoides*-♀ ist adoptiert.

29. April 1947, 22^{55}:
Beide Weibchen leben gesund.
5. Mai 1947, 11^{50}:
Beide Weibchen gesund, Eiklumpen.
7. Mai 1947, 10^{35}:
Beide Weibchen gesund, großer Eiklumpen.
10. Mai 1947, 23^{20}:
Beide Weibchen gesund, großer Eiklumpen, 1 tote ☿ (mittlere Pseudogyne der *minor*) entfernt.
18. Juni 1947, 17^{00}:
Keine wesentliche Änderung.

Versuchsergebnis:
In einer sehr kleinen Koloniengruppe der *minor* wurde nach anfänglichen Angriffen seitens der *minor*-☿☿ und des *minor*-♀ das *pratensoides*-♀ adoptiert.

6. Versuch (Protokoll Nr. 34):

Versuchstiere:
Wie bei 1, *pratensoides*: 14. April 1947; *minor*: 28. April 1947.

Versuchsbeginn: 28. April 1947, 16^{00}.

Zusammensetzung:
30 *minor*-☿☿, 20 *pratensoides*-☿☿, 1 *pratensoides*-♀. Zunächst heftige Angriffe zwischen den Arbeiterinnen; auch das *pratensoides*-♀ wird angegriffen; dieses läuft am Glas hoch, während die *minor*-♀♀ bei Adoptionsversuchen nach zahlreichen bisherigen Beobachtungen unten auf der Gipsschicht geblieben sind. Nach einigen Minuten flauen die Kämpfe ab.
29. April 1947, 23^{00}:
pratensoides-♀ lebt, gesund.
1. Mai 1947, 16^{30}:
pratensoides-♀ lebt, 6 tote *minor*-☿☿ entfernt.
5. Mai 1947, 11^{45}:
pratensoides-♀ lebt, 2 tote *minor*-☿☿ entfernt.
7. Mai 1947, 10^{35}:
pratensoides-♀ lebt, gesund; 1 *minor*-♀ (Nr. 1, Gäulsweg, 28. April 1947) zugesetzt, wird zunächst schwach angegriffen.
10. Mai 1947, 23^{15}:
pratensoides-♀ tot, zerstückelt, *minor*-♀ lebt.
12. Mai 1947, 16^{59}:
Das bereits am 10. Mai tote *pratensoides*-♀ entfernt *minor*-♀ lebt, 3 tote *minor*-☿☿ entfernt.
14. Mai 1947, 11^{30}:
minor-♀ lebt, Eier.
28. Mai 1947, 20^{40}:
minor-♀ lebt, 2 *minor*-☿☿ tot entfernt.

10. Juni 1947, 17^{00}:
minor-♀ lebt.

Versuchsergebnis:
In einer gemischten *minor*- und *pratensoides*-Arbeiterinnen-Gruppe, bei der die *minor* der Zahl nach überlegen, jedoch was die Stärke des Individuums anbelangt, wohl unterlegen waren, wurde ein *pratensoides*-♀ nach kurzen Angriffen seitens der Arbeiterinnen zunächst adoptiert. Als jedoch nach 10 Tagen ein *minor*-♀ zugesetzt wurde, schlug die Stimmung um. Das *minor*-♀ wurde anfänglich angegriffen, aber dann adoptiert; dagegen wurde das bisher geduldete *pratensoides*-♀ 3 Tage nach der Adoption des *minor*-♀ tot im Versuchsglas gefunden.

7. Versuch (Protokoll Nr. 35):

Versuchstiere:
minor: a) Arbeiterinnen von Kolonie Nähe Forsthaus Guttenberg, 16. April 1947;
b) Arbeiterinnen von Nest 1 am Gäulsweg, 16. April 1947;
c) Weibchen von Nest 1 am Gäulsweg, 28. April 1947;
pratensoides: Weibchen vom Nest am Weg nach Waldbrunn, 15. April 1947.

Versuchsbeginn: 28. April 1947, 16^{15}.

Zusammensetzung:
20 *minor*-☿ ☿ von Guttenberg und 20 *minor* ☿ ☿ vom Nest 1 Gäulsweg, beide zur Fichtenrasse gehörig, vertragen sich sofort. 1 *minor*-♀ Gäulsweg und 1 *pratensoides*-♀ Waldbrunn. Das *minor*-♀ wird betastet aber nicht angegriffen; 5 *minor*-☿ ☿ beißen sich am *pratensoides*-♀ fest.

29. April 1947, 23^{05}:
Beide Weibchen und alle Arbeiterinnen scheinen sich zu vertragen und sind gesund.

1. Mai 1947, 16^{45}:
Beide Weibchen leben, das *pratensoides*-♀ wird angegriffen.

2. Mai 1947, 23^{20}:
Beide Weibchen leben, das *pratensoides*-♀ wird angegriffen, nicht das *minor*-♀.

5. Mai 1947, 12^{00}:
minor-♀ lebt, *pratensoides*-♀ tot, zerstückelt, entfernt.

10. Mai 1947, 23^{20}:
minor-♀ lebt.

20. August 1947, 12^{00}:
minor-♀ lebt, in der Zwischenzeit einige *minor*-☿☿ gestorben (natürlich).

Ergebnis:
Fremde Arbeiterinnen der Fichtenameise vertragen sich im gleichen Kräfteverhältnis. Die mittelstarken *minor*-☿☿ nehmen

ein Weibchen der eigenen Rasse, nicht aber zugleich ein ♀ der *pratensoides* auf; sie sind demnach in der Lage, zwischen fremden ♀♀ und solchen der eigenen Rasse zu unterscheiden. Auch aus anderen Beobachtungen geht hervor, daß die *pratensoides* von den *minor* als fremd unterschieden werden.

3. Versuche zur Aufnahme von Weibchen der *Formica minor pratensoides* bei Arbeiterinnen verschiedener Formen der *Serviformica* und bei *Raptiformica sanguinea*

Weitere Versuche sollten das Verhältnis der *pratensoides* zu verschiedenen Rassen der Untergattung *Serviformica* klären, nachdem deren Verhalten zu *minor*-♀♀ unter gleichen Bedingungen bereits feststand, um auch auf diesem Wege Einblick zu bekommen in die biologische Eigenart der *Formica minor pratensoides*.

8. Versuch (Protokoll Nr. 46):
mit *Serviformica fusca fusca* L.

Versuchstiere:
pratensoides-♀♀ am 15. April 1947 aus Nest am Weg nach Waldbrunn;
F. fusca 30. April 1947 von Randersackerer Steinbrüchen, Umgebung Würzburg.

Versuchsbeginn: 1. Mai 1947, 16^{00}.

Zusammensetzung:
40 *fusca*-☿☿ und Eier, 1 *pratensoides*-♀ zugesetzt, wird sofort angegriffen.

2. Mai 1947, 23^{10}:
pratensoides-♀ lebt, wird zeitweise angegriffen, viele Eier.

5. Mai 1947, 11^{30}:
pratensoides-♀ schwach, 2 tote *fusca*-☿☿ entfernt.

7. Mai 1947, 10^{25}
pratensoides-♀ schwach, viele Eier.

10. Mai 1947, 23^{00}:
pratensoides-♀ tot entfernt, Eier.

14. Mai 1947, 11^{00}:
viele Eier und Larven (bis 2 mm lang), 1 *pratensoides*-♀ (vom 15. April 1947 aus dem gleichen Nest wie oben) zugesetzt, wird angegriffen.

17. Mai 1947, 13^{20}:
pratensoides-♀ tot entfernt, Larven bis 2,5 mm, Eier.

21. Mai 1947, 17^{35}:
nur noch *fusca*-☿☿, Larven bis 3 mm.

25. Mai 1947, 14^{50}:
Larven bis 4 mm.

28. Mai 1947, 20^{40}:
Larven bis 5 mm.
5. Juni 1947:
Nest von *Lasius niger*-Arbeiterinnen überfallen, alles getötet.

Versuchsergebnis:
Bei der mittelstarken Arbeiterinnen-Gruppe von *F. fusca* wurden einzeln zugesetzte *pratensoides*-♀♀ binnen 10 bzw. 4 Tagen getötet. Eine Neigung der *fusca*, auch weiselloser Arbeiterinnen, zur Aufnahme der *pratensoides*-♀♀ besteht demnach nicht. Abgesehen von diesem nicht natürlichen Versuch sprechen auch andere biologische Beobachtungen gegen die Annahme einer natürlichen Koloniegründung der *pratensoides* unter Zuhilfenahme von *Formica fusca*.

9. Versuch (Protokoll Nr. 47):
mit *Serviformica fusca fusco-rufibarbis* Forel.

Versuchstiere:
Die gleiche Herkunft wie bei Versuch 3; *pratensoides* von Waldbrunn; *fusco-rufibarbis* von den Randersackerer Steinbrüchen.

Versuchsbeginn: 1. Mai 1947, 16^{10}.

Zusammensetzung:
15 *fusco-rufibarbis*-☿☿, 1 *pratensoides*-♀ zugesetzt, wird angegriffen.
2. Mai 1947, 23^{15}:
pratensoides-♀ lebt, viele Eier.
5. Mai 1947, 11^{30}:
pratensoides-♀ lebt, umgeben von *fusco-rufibarbis*-☿☿, 1 *fusco-rufibarbis*-☿ tot entfernt.
28. Mai 1947, 20^{20}:
pratensoides-♀ lebt, mitten in Haufen von *fusco-rufibarbis*-☿☿, ist längst endgültig adoptiert. An diesem Tag neue Eiablage. Versuch dann abgebrochen.

Versuchsergebnis:
Das *pratensoides*-♀ wurde bei der individuenärmeren kleinen Arbeiterinnen-Gruppe der *Serviformica fusco-rufibarbis* endgültig adoptiert.

10. Versuch (Protokoll Nr. 45):
mit *Serviformica fusca rufibarbis*.

Versuchstiere:
Die gleiche Herkunft wie bei Versuch 3 und 4; *pratensoides* von Waldbrunn, *rufibarbis* von den Randersackerer Steinbrüchen.

Versuchsbeginn: 1. Mai 1947, 15^{55}.

Zusammensetzung:
50 *rufibarbis*-☿☿ narkotisiert, 1 *pratensoides*-♀.

2. Mai 1947, 23^{05}:
pratensoides-♀ lebt, wird aber zeitweise angegriffen; viele Eier (klein), demnach wohl von den *rufibarbis*-☿☿.

5. Mai 1947, 11^{40}:
pratensoides-♀ tot entfernt, Eiklumpen, *minor*-♀ (Nest 1, Gäulsweg, 25. April 1947) zugesetzt.

7. Mai 1947, 10^{20}:
minor-♀ tot entfernt, war zerstückelt.

28. Mai 1947, 20^{30}:
nur *rufibarbis*-☿☿, Larven 7 mm, also vermutlich ♂-Larven von *rufibarbis*.

Versuchsergebnis:
Das *pratensoides*-♀ wurde von den *rufibarbis*-☿☿ in verhältnismäßig kurzer Zeit getötet, Narkotisieren der ☿☿ vor dem Zusetzen des *pratensoides*-♀ hat die späteren Angriffe der ☿☿ auf das zugesetzte ♀ nicht verhindert. Auch ein anschließend den *rufibarbis*-☿☿ übergebenes *minor*-♀ (Fichtenrasse) wurde binnen kurzer Zeit (2 Tage) getötet. Demnach zeigen die *rufibarbis*-☿☿ keine Neigung, *pratensoides*-♀♀ unter den gegebenen Bedingungen zu adoptieren.

11. Versuch (Protokoll Nr. 43):
mit *Raptiformica sanguinea* Latr. Arbeiterinnen der Blutroten Raubameise *Raptiformica sanguinea* zeigten sich unter bestimmten Voraussetzungen gegenüber *minor*-♀♀ der Fichtenrasse duldsam, obwohl *sanguinea* selbst eine parasitische Ameise ist, die *Serviformica*-Rassen als Hilfsameisen bei der Koloniegründung und darüber hinaus überwiegend auch in herangewachsenen Kolonien gebraucht. Daher war zum Vergleich auch ein Versuch mit dieser Art angebracht.

Versuchstiere:
Die gleiche Herkunft wie bei Versuch 3, *pratensoides* von Waldbrunn (14. April 1947), *sanguinea* von den Randersackerer Steinbrüchen.

Versuchsbeginn: 1. Mai 1947, 14^{25}.

Zusammensetzung:
50 *sanguinea*-☿☿, 1 *pratensoides*-♀, wird sehr heftig angegriffen.

2. Mai 1947, 23^{40}:
pratensoides-♀ tot, zerstückelt; entfernt.

5. Mai 1947, 11^{20}:
minor-♀ (Nest 1 am Gäulsweg, 28. April 1947) zugesetzt, wird heftig angegriffen. Angriffe lassen bald nach, *minor*-♀ mischt sich mitten unter die *sanguinea*-☿☿.

7. Mai 1947, 10^{15}:
minor-♀ tot, zerstückelt; entfernt; Larven.
14. Mai 1947, 10^{55}:
neues *pratensoides*-♀ zugesetzt, wird angegriffen.
17. Mai 1947, 13^{20}:
pratensoides-♀ tot, zerstückelt, entfernt.

Versuchsergebnis:

Das *pratensoides*-♀ wurde von der starken Arbeiterinnen-Gruppe der *sanguinea* heftig angegriffen und in kurzer Zeit getötet. Das gleiche Schicksal ist einem später zugesetzten *pratensoides*-♀ und einem zwischendurch beigegebenen *minor*-♀ der Fichtenrasse widerfahren. Beim *minor*-♀ ließen die Angriffe wenigstens in kurzer Zeit nach. In kleinen Arbeiterinnen-Gruppen der *sanguinea* werden *minor*-♀♀ adoptiert, wie aus anderen Versuchen hervorgeht. Sehr kennzeichnend für die *sanguinea* ist das Zerstückeln zugesetzter fremder Weibchen, wobei Kopf und Abdomen vom Thorax abgetrennt werden. Die *Serviformica*-Arbeiterinnen begnügen sich meist mit dem Abtöten der beigegebenen fremden Weibchen.

4. Zusammenfassung der Laboratoriumsergebnisse

Versuchsserie 1: Sowohl zu großen wie zu kleinen Kolonien-Gruppen (mit Königin) der *pratensoides* gesetzte Weibchen der Fichtenameise werden in kurzer Zeit getötet, gleich ob die *minor*-♀♀ einzeln oder in Mehrzahl den *pratensoides* beigegeben werden. Stehen die *minor*-♀♀ in gleicher Zahl den Arbeiterinnen einer nur aus 3 ☿☿ mit Weibchen bestehenden Koloniengruppe der *pratensoides* gegenüber, so werden die *minor*-♀♀ zunächst geduldet, nach Verstärkung der *pratensoides* durch weitere ☿☿ getötet.

In weisellosen Arbeiterinnen-Gruppen der *pratensoides* besteht dann die Aussicht auf Adoption der *minor*-♀♀, wenn die Arbeiterinnen-Gruppe klein ist und wenn gleichzeitig einige *minor*-♀♀ zugesetzt werden.

Zusammenfassend ist die Neigung der *pratensoides*, *minor*-♀♀ zu adoptieren, sehr gering. Dieses Verhalten entspricht mehr dem der *pratensis* als dem anderer *minor*-Rassen, während doch die *pratensoides* in den übrigen untersuchten Lebensgewohnheiten den *minor* näher stehen.

Versuchsserie 2: In einer mittelstarken Arbeiterinnen-Gruppe der *minor*-Fichtenrasse wurde ein *pratensoides*-♀ adoptiert. In der ersten Versuchsserie dagegen wurden umgekehrt *minor*-♀♀ nur bei kleinen Arbeiterinnen-Gruppen der *pratensoides* aufgenommen. Soweit nach diesen Ergebnissen ein Schluß gezogen werden darf, ist *minor* gegen fremde Weibchen verträglicher als *pratensoides*. Anderer-

seits zeigt ein nicht ganz klares Ergebnis von zwei Versuchen mit kleinen *minor*-Arbeiterinnen-Gruppen, daß unter Umständen die Adoption von *pratensoides*-♀♀ in kleinen Arbeiterinnen-Gruppen, wo sie an sich wahrscheinlicher wäre, mißlingen kann.

In einer kleinen Kolonien-Gruppe der *minor*, also einigen ☿☿ der Fichtenrasse mit einem ♀ wurde ein *pratensoides*-♀ dazu aufgenommen. Unter ähnlichen Verhältnissen war in Versuchsserie 1 bei wenigen *pratensoides*-☿☿ mit einem *pratensoides*-♀ ein *minor*-♀ getötet worden. Ein Vergleich dieser beiden Ergebnisse spricht ebenfalls dafür, daß die Fichten-*minor* gegenüber der *pratensoides* verträglicher ist.

In mittelstarken Arbeiterinnen-Gruppen, die mit *minor* und *pratensoides* gemischt waren, erstere an Zahl überlegen, wurde zunächst ein *pratensoides*-♀ aufgenommen, nach Beigabe eines *minor*-♀ wurde schließlich letzteres vorgezogen und das *pratensoides*-♀ getötet. Dieser Umstand läßt erkennen, wie sehr es bei solchen Untersuchungen auf die Zahl und Zusammensetzung der Versuchstiere ankommt.

Die Rassenfremdheit der Fichtenameise und der *pratensoides* wird durch die Feststellung erwiesen, daß sich Arbeiterinnen von *minor*-Nestern aus verschiedenen Gegenden sofort vertragen, nicht aber Arbeiterinnen der *minor* und *pratensoides*. Auch aus verschiedenen Kolonien zusammengesetzte Arbeiterinnen-Gruppen geben den *minor*-♀♀ deutlich den Vorrang gegenüber *pratensoides*-♀♀, erstere werden adoptiert, letztere getötet.

Die Versuche mit der Adoption von *pratensoides*-♀♀ bei *Serviformica*-Arten haben nur bei einer kleinen Arbeiterinnen-Gruppe der *fusco-rufibarbis* zu Erfolg geführt, *sanguinea*-Arbeiterinnen haben sich sehr ablehnend verhalten und die zugesetzten *pratensoides*-♀♀ zerstückelt.

III. Morphologie

Arbeiterin: Länge 5—8 mm, meist 6 mm, also durchschnittlich kleiner als *Formica pratensis* und etwas größer als die Fichtenrasse. Färbung ähnlich wie bei *pratensis:* bei großen und kleinen Arbeiterinnen tief dunkler Fleck auf Pro- und Mesonotum, der sich deutlich vom Rot des übrigen Rückens absetzt. Schuppe von oben her manchmal weit nach unten reichend schwarz. Dichte abstehende Behaarung, besonders deutlich am Thorax, dagegen Augen, von gelegentlichen feinen Härchen abgesehen, wie bei allen Waldameisenarten unbehaart im Gegensatz zur *Formica pratensis,* deren Augen stets deutlich behaart sind.

Weibchen: Länge 11—11,5 mm (wie bei *pratensis,* andere *minor*-Rassen 9 mm, Weibchen der Großen Roten Waldameise 10 mm). Schuppe rein rot oder dunkel umrandet. Keine abstehende Behaarung

am Körper im Gegensatz zur Arbeiterin. Abdomen matt, also nicht schwarz glänzend wie sonst bei den Waldameisenarten, aber auch nicht so stark seidig schimmernd wie bei der Wiesenameise *pratensis*.

Aus dem gleichen Nest wurden auch einige geflügelte Weibchen mit normal glänzendem Abdomen gezogen, wie sonst bei anderen *minor*, die Größe dieser Weibchen entspricht ebenfalls etwa der Fichtenrasse. Ferner sei erwähnt, daß einige der ausgegrabenen alten Königinnen sowie mehrere geflügelte junge Weibchen einen fast rein roten Rücken aufweisen. Königinnen mit dunklem und rotem Rücken finden sich in der gleichen Überwinterungskammer. 1942 erhielt ich aus einem *pratensis*-Nest der Schorfheide (lückige Kiefernkultur, Ameisenversuchswald bei der Revierförsterei Pechteich) zahlreiche ausschwärmende geflügelte Weibchen mit ähnlich rotem Rücken. 1949 wurden in einem Nest am Laubwaldrand „Obere Platte" bei Kleinrinderfeld sehr viele ähnlich gefärbte geflügelte Weibchen gesammelt. Abnorme Färbungen kommen also in ganz verschiedenen Gegenden vor, sie sind auch nicht auf *pratensoides* beschränkt.

Männchen: Länge 11—11,5 mm. Schwarz bis auf die teilweise hellbraunen Beine und Kopulationsorgane. Dicht abstehend beborstet, ähnlich wie bei der Wiesenameise und Großen Roten Waldameise im Gegensatz zu anderen *minor*-Rassen.

C. Zusammenfassung

Formica minor pratensoides wurde als neue Varietät von *Formica rufopratensis minor* in der Umgebung von Würzburg gefunden. Der Standort der bisher festgestellten Nester entspricht dem der Fichtenrasse. Alte Nester sind ähnlich umfangreich und steil wie bei dieser Ameise gebaut. Königinnenreichtum, Individuenreichtum und Vielzahl der Nester einer Kolonie kennzeichnen *pratensoides* biologisch und ökologisch als eine Form der *minor*. Eine biologische Besonderheit der *pratensoides* ist ihr unstetes Wanderleben und ihre Vorliebe zum Aufspalten in kleine Nestchen, wie sich besonders beim Aussetzen von Ablegern zeigt. Zur Vermehrung im Walde zwecks Unterdrückung von Schädlingskalamitäten ist *pratensoides* ganz im Gegensatz zu den anderen *minor*-Rassen und -Varietäten nach Ergebnissen von Freilandversuchen nicht geeignet. Wie Versuche im Laboratorium ergeben haben, dürfte auch die Anweiselung von *minor*-Königinnen der Fichtenrasse bei weisellosen *pratensoides*-Ablegern Schwierigkeiten bereiten, da die *pratensoides*-Arbeiterinnen gegen fremde *minor*-Weibchen sehr unduldsam sind ganz im Gegensatz zu dem Verhalten anderer *minor*-Formen. Zusammenfassend ist *pratensoides* nicht nur äußerlich, sondern auch im Verhalten deutlich einerseits von *pratensis* und andererseits von den übrigen *minor*, unterschieden.

Schrifttum

Gösswald, K., 1938, Über den Einfluß von verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Lebensäußerungen der Ameisen. I. Die Lebensdauer ökologisch verschiedener Ameisenarten unter dem Einfluß bestimmter Luftfeuchtigkeit und Temperatur. Z. wiss. Zool. **151**, 337—381.

— — 1941 a, Rassenstudien an der Roten Waldameise *Formica rufa* L. auf systematischer, ökologischer, physiologischer und biologischer Grundlage. Z. angew. Ent. **28**, 62—124.

— — 1941 b, Unterschiede im Jagdinstinkt bei den Waldameisenrassen. Forstwiss. Centralbl. **63**, 139—143.

— — 1941 c, Über den Einfluß von verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Lebensäußerungen der Ameisen. II. Über den Feuchtigkeitssinn ökologisch verschiedener Ameisenarten und seine Beziehungen zu Biotop, Wohn- und Lebensweise. Z. wiss. Zool. **154**, 247—344.

— — 1943, Das Straßensystem der Waldameisenarten. Z. Morphol. Ökol. **40**, 37—59.

— — 1944 a, Rassenstudien an der Roten Waldameise im Lichte der Ganzheitsforschung. Anz. Schädlingsk. **20**, 1—8.

— — 1944 b, Einwirkung des Puppensammelns bei den verschiedenen Waldameisenarten. Z. angew. Ent. **30**, 317—335.

Aus der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem; Zoologische Abteilung: Leiter Prof. Dr. A. HASE

Die Miniertätigkeit der Larven des Rapserdflohes (*Psylliodes chrysocephala* L.)

Von

Dr. DORA GODAN

Mit 19 Abbildungen

Der Rapserdfloh, ein durch beachtliches Sprungvermögen ausgezeichneter Käfer aus der Familie *Chrysomelidae,* Unterfamilie *Halticinae,* ist ein Schädling an Raps und Rübsen und kann bei Massenbefall Auswinterung der Winterölfrucht verursachen. Die Schädlichkeit des Käfers beruht auf der Lebensweise seiner Larven. Diese minieren im Innern der Pflanzen und machen hier drei Larvenstadien durch. Als reife Larven III gehen sie in den Erdboden und wandeln sich zur Präpuppe und Puppe um.

Die Rapserdflohlarven schlüpfen vom Herbst bis zum Frühjahr aus den Eiern und befallen die Rapspflanzen zu einer Zeit, in der diese im Wachstum stehen oder wie in den Frühjahrmonaten sich im Schossen befinden. Der Schaden, den die Larven einer im Wachstum befindlichen Wirtspflanze zufügen, ist natürlich sehr viel größer als bei einer bereits voll entwickelten.

Eingehende Untersuchungen über die Miniertätigkeit der Rapserdflohlarven sind daher gerechtfertigt; zumal einige interessante Befunde über Art und Weise des Minierens bei Insekten aufgedeckt werden. Genauere Beobachtungen über dieses Gebiet sind bei minierenden Insekten in krautigen Pflanzen außer bei Blattminierern (HERING 1937; FIEDLER 1949) meines Wissens noch nicht durchgeführt worden. Die Bearbeiter haben sich bisher mit Nadelminierern (JUNG 1942), in der Hauptsache aber mit holzzerstörenden Insekten befaßt (ESCHERICH 1923, 1942; ECKSTEIN 1937; LENGERKEN 1939; BECKER 1949).

A. Befall an der Wirtspflanze

Aus den in die Erde abgelegten gelben Eiern schlüpfen 1,2 mm lange, sehr bewegliche Larven (Stadium I), die drei gut ausgebildete Beinpaare besitzen. Sie suchen die Raps- oder Rübenpflanzen auf und bohren sich in deren Blattstiele ein; die älteren Larven gehen in das „Herz" und im Frühjahr in den Schaft der schossenden Rapspflanze über.

1. Hauptbefallsstellen am Blatt

In der Literatur wird die Blattstielbasis als Einbohrstelle für die Junglarven angegeben; man findet gute Bilder von befallenen unteren Stengelteilen bei KAUFMANN (1941), MEUCHE (1940, 1944) und BLUNCK (1941).

Die Rapserdfloh-Junglarven bohren sich aber nicht ausschließlich in die Basis des Blattstieles ein; sie bevorzugen sogar die oberen zur Blattspreite hin gerichteten Teile des Stieles, wie meine zahlreichen Beobachtungen gezeigt haben, und zwar die Ansatzstellen der paarigen Fiederblättchen und Blattspreiten. Wahrscheinlich ist die Vorliebe der Larven gerade für diese Partien darin begründet, daß sie zum Einbohren einen Stützpunkt für ihren Körper gebrauchen, und diesen finden sie besonders am Ansatz der Fiederblättchen und der Blattspreite. Die im Holz minierenden Bockkäferlarven benötigen ebenfalls zum Einbohren für ihren Körper einen Halt, der nach ECKSTEIN (1937) „für die Arbeit des Einbohrens zweckmäßig oder vorteilhaft" ist.

Ich fand auch Larven im Hauptnerven der Spreitenmitte, in einigen Fällen sogar an der Spitze des Blattes. Zuweilen saß eine Larve im Hauptnerven der Spreite, während der übrige Blattstiel trotz seiner beachtlichen Länge von 20 cm befallsfrei geblieben war.

Abb. 1 (etwas schematisiert) zeigt diejenigen Stellen am Raps- oder Rübsenblatt, an denen eben angelegte Fraßgänge mit dazugehörigen Rapserdflohlarven festgestellt wurden. Die Beobachtungen wurden an eingetopften, mit Larven besetzten Versuchspflanzen sowie auch an Freilandexemplaren gewonnen.

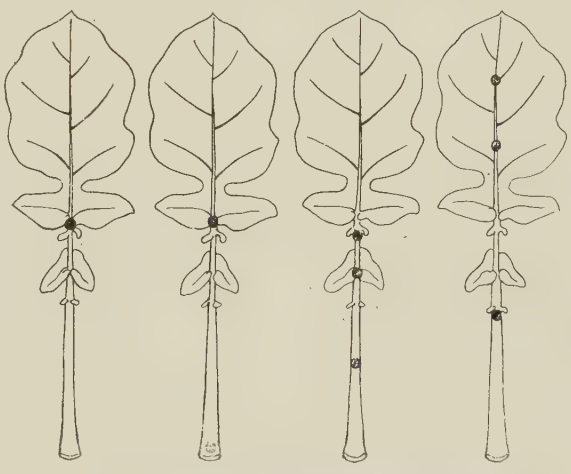


Abb. 1. Hauptbefallsstellen der Rapserdflohlarven an Rapsblättern, gekennzeichnet durch schwarze Punkte

Häufig sind mehrere Larvenstadien im gleichen Blatt vorhanden, z. B. fand ich im Oktober bei Freilandraps und -rübsen ein und dieselben Blätter zugleich mit Larven der Stadien I und II besetzt. Die Larven bewohnten zwar das gleiche Blatt, minierten jedoch an verschiedenen Stellen, so daß jedes Tier seinen eigenen Gang besaß. Erst bei stärkerem Befall fließen die Gänge ineinander.

2. Bevorzugte Partien am Blattstiel

Die aus dem Ei geschlüpften Larven I bohren sich nach allgemeiner Ansicht auf der Oberseite des Blattstieles ein. Man findet aber auch Bohr-

löcher an der seitlichen und der nach unten gerichteten Stengelpartie (Unterseite).

In Versuchen sollte festgestellt werden, ob tatsächlich eine bestimmte Fläche des Blattstieles zum Einbohren bevorzugt wird. Insgesamt 100 Larven der Entwicklungsstadien I, II und III mußten sich so wie im Freien in Rapsblattstiele einbohren. Die Lage der den Larven dargebotenen 5—6 cm langen Stengelstücke war verschieden. Etwa bei der Hälfte waren die Stiele mit der Innenfläche nach oben gerichtet, bei der anderen nach unten. Das Versuchsergebnis zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1

Durch Rapserdflohlarven entstandene Bohrlöcher in Rapsblattstielen

	Oberseite des Blattstieles (frei von Gefäßbündeln)	Seite (schwache Gefäßbündel)	Unterseite (kräftige Gefäßbündel)
Anzahl der Löcher .	50	15	35
Gebohrt von Larven der Stadien . .	I, II, III	II, III	II, meist III

Die Rapserdflohlarven bevorzugen offensichtlich die Innenfläche des Stieles zum Einbohren; die Larven des I. Stadiums dringen sogar ausschließlich von dieser Seite her in den Blattstiel ein, ganz gleich wie der Blattstiel liegt.

Abb. 2. Anordnung der Gefäßbündel im Stiel von Rapsblättern; Querschnitt in 10 cm Höhe von der Stengelbasis (Schema)

Die Ursache dafür ist meines Erachtens die Anordnung der Gefäßbündel im Blattstiel, die Abb. 2 zeigt. Das Fehlen der Gefäße an der Innenfläche erleichtert den Larven das Einbohren in den Blattstiel und macht es den Junglarven sogar erst möglich. Die Larven II und III haben bereits kräftige Mandibel, die auch Gefäßbündel durchschneiden können.

Die reifen Larven III bevorzugen sogar die Außenfläche des Blattstieles, wenn diese zugleich auch die Unterseite des Stengelstückes darstellt, wie aus Tabelle 2 hervorgeht. Meistens hatten die Larven die Stengel wieder durch diese Löcher verlassen.

Tabelle 2

Durch Larven III entstandene Bohrlöcher in Rapsblattstielen

	Unterseite des Blattstieles	
	nach unten gerichtet	nach oben gerichtet
Anzahl der Löcher .	22	1

Vielleicht liegt der Grund für die Bevorzugung der nach unten gerichteten Stengelpartie, auch wenn sie wie in unserem Falle die mit starken Gefäßbündeln ausgestattete Außenfläche des Stieles darstellt, in der Lebensweise der reifen Larven III. Diese verlassen zur Verpuppung

im Erdboden den Blattstiel möglichst an der dem Erdboden zugewandten Stengelseite, also an der Außenfläche [1]).

Das von der frisch geschlüpften Larve I gebohrte Loch im Blattstiel hat einen Durchmesser von 0,2 mm; das der Larve III 0,5 mm. Der Vorgang des Einbohrens dauert vom Beginn bis zum Verschwinden der Junglarve im Gang nach meinen Beobachtungen 35—90 Minuten; nach KAUFMANN (1941) 40—50 Minuten.

B. Der Vorgang des Minierens

1. Richtung im Blattstiel

Die Richtung, die eine Larve in einem Stengelstück zuerst nimmt, ist je nach ihrem Entwicklungsstadium verschieden, wie zahlreiche Versuche gezeigt haben. Es wurden 8 bis 10 cm lange Rapsblattstiele mittels Glasröhrchen aufrecht oder schräg gestellt und die Larven jeweils in einen mit der Nadel senkrecht zur Stengelachse gebohrten feinen Gang eingeführt. Die Larven konnten beim Einsetzen in die Mitte des Stengels wählen, stielaufwärts oder -abwärts zu minieren. Die Einbohrstelle wurde am Stengelstück markiert. Die Untersuchungen wurden an 100 Rapserdflohlarven der Entwicklungsstadien I, II und III durchgeführt und hatten folgendes Ergebnis (Tabelle 3):

Tabelle 3

Minierrichtung der in die Mitte von Stengelstücken eingesetzten Rapserdflohlarven

Larvenstadien	Fraßgang	
	nach aufwärts	nach abwärts
I	30	0
II	20	8
III	20 meist frisch gehäutete Larven	22 meist reife Larven III

Die Larven I minieren ausschließlich stielaufwärts (distal), Larven II meistens ebenfalls aufwärts, Larven III dagegen mehr abwärts (proximal). Die eben erst gehäuteten Larven III wandern auch noch stielaufwärts, während sich die älteren, reifen Larven mehr nach abwärts wenden. Vergleicht man diese Versuchsergebnisse mit den durch die Lebensweise der Larven bedingten Vorgängen innerhalb der Rapspflanze, so ergibt sich eine überraschende Gleichheit. Larven I und II minieren in der Hauptsache zur Blattspreite hin, also in Richtung nach aufwärst (distal). Die ausgewachsene Larve III dagegen miniert stengelabwärts und durchdringt

[1]) Ein interessante Parallele bilden die Larven des Kohlschotenrüßlers (*Ceutorrhynchus assimilis* Payk.), die in den Schoten von Raps und Rübsen leben. Die ausgewachsenen Larven III verlassen die Schoten durch ein in die Schotenwand genagtes Loch. Nach WEISS (1940) finden sich die Ausschlupflöcher „vornehmlich an der dem Erdboden zugewandten Schotenwand. Wenn die Larve in der oberen Schotenhälfte lebt, bohrt sie sich zunächst durch die Mittellamelle, um auf die untere Seite zu gelangen".

sogar die Basis des Blattstieles, um in das „Herz“ oder den Schaft der schossenden Rapspflanze zu gelangen [1]).

Die Larven II und III können sich in ihren Fraßgängen umdrehen, wie das auch von anderen Minierern bekannt ist. Wiederholt fand ich nach Präparation von Blattstielen die Larven nicht am Ende des Ganges, sondern ein großes Stück dahinter liegend.

2. Verlauf des Ganges

Der von Rapserdflohlarven minierte Gang verläuft gewunden, niemals gerade. Die Windungen sind verschieden stark, wie aus den beigefügten Bildern von Fraßgängen ersichtlich ist. Abb. 3 stellt den Gang

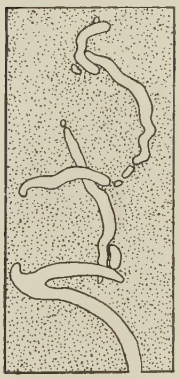


Abb. 3. Fraßgang einer Rapserdflohlarve im Rindenparenchym eines Rübsenstammes. Längsschnitt

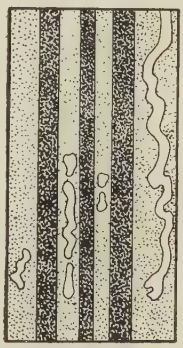


Abb. 4. Derselbe Fraßgang wie Abb. 3, in der Ansicht auf den Gefäßbündelring des Rübsenstammes. Dunkel punktiert: Gefäßbündelstränge

Abb. 5. Schematische Darstellung des Längsschnittes durch die Rinde des Rübsenstammes, um so die Entstehung der Abb. 3 und 4 zu verdeutlichen. Schwarz: Quer durchschnittener Gefäßbündelring

Abb. 6. Fraßgang einer Rapserdflohlarve des II. Stadiums im Rindenparenchym eines Rapsstammes; Schema, Längsschn. durch den Stamm. Dunkel punktiert: Gefäßbündelstränge

einer Larve III im Flächenschnitt dar. Abb. 4 zeigt ebenfalls den bogigen Verlauf der Gänge. Die nähere Erläuterung dieses Bildes wird in einem späteren Kapitel gegeben. Beide Abbildungen entstanden durch einen Rindenlängsschnitt eines Rübsenschaftes in der Weise, wie aus Abb. 5 zu ersehen ist. Abb. 3 ergibt sich bei Betrachtung des herausgeschnittenen Rindenteiles von innen her, also in Richtung vom Stengelmark nach außen. Abb. 4 erhält man bei Betrachtung des durch den Längsschnitt freigelegten Gefäßbündelringes in Richtung von außen zum Mark des Schaftes hin.

Die Rapserdflohlarven können sich sogar in der Rindenschicht des Hauptstammes entwickeln, wie Abb. 3 und 6 zeigen. Hier steht den Larven nur der enge Raum zwischen Epidermis und Gefäßbündelring zur Verfügung. Ich fand des öfteren Larven I und II in dieser durchschnittlich nur 0,5—0,6 mm breiten Schicht; die Larven vermochten den starken Gefäßbündelring des Schaftes nicht zu durchdringen.

[1]) Eingehende Untersuchungen darüber sind in Bearbeitung, vgl. Nachtrag.

In vielen Fällen befanden sich Larven fast am Ende des Hauptnerven, an der Spitze der Blattspreite. Der Blattnerv mißt hier gerade noch die Dicke der Larve II. Sie hat also ebenfalls sehr wenig Platz zur weiteren Entwicklung und ist gezwungen, bei Größerwerden die bisherige Fraßstelle zu verlassen.

C. Das Gangsystem

1. Anordnung der Querkanäle

Die Rapserdflohlarven minieren einen Hauptgang, der, wie schon erwähnt, gewunden in Längsrichtung des Blattstieles verläuft. Von diesem gehen in bestimmten Abständen ein oder mehrere Querkanäle ab (Abb. 7).

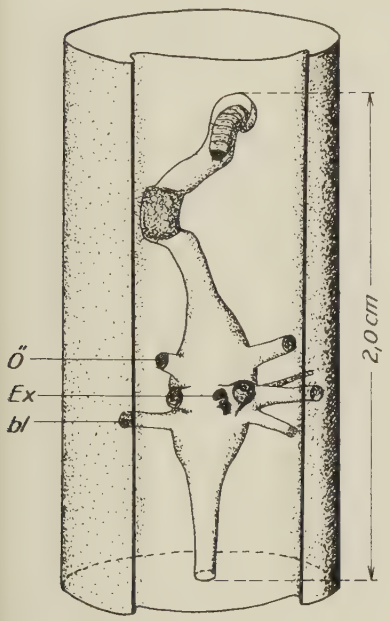


Abb. 7. Gangsystem einer Rapserdflohlarve im Stiel eines Rapsblattes. Schema, plastische Darstellung. E = Exuvie; Ö = Öffnung; bl = blind endigender Querkanal

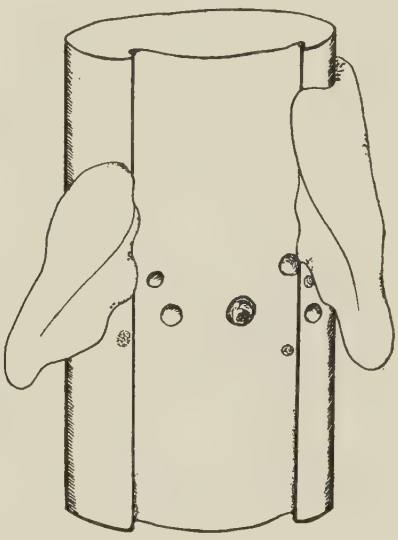


Abb. 8. Öffnungen von Querkanälen bei Aufsicht auf die Innenseite des Rapsblattstieles; das gleiche Gangsystem wie in Abb. 7

Diese möglichst senkrecht zur Hauptachse angelegten Quergänge sind häufig nach außen offen und erscheinen bei der Aufsicht auf den Blattstiel als Löcher (Abb. 8). Oft endigen sie auch blind, verschieden tief im Stengelgewebe und bleiben von darüberziehenden Zellen der Stielepidermis bedeckt (Abb. 9). Die Querkanäle entstehen hauptsächlich an der gefäßbündelfreien Innenfläche des Blattstieles (Abb. 7 und 8). Die

Abb. 9. Aufsicht auf eine blind endigende Querkanalöffnung mit darüberziehenden Epidermiszellen des Blattstieles

Löcher werden von den Larven zum größten Teil offen gehalten, selten durch Kotkrümel verstopft (Abb. 10) [1]).

Die Querkanäle im Gangsystem der Rapserdflohlarven werden auf jeden Fall, wenn nur irgend möglich, angelegt, wie mein reichhaltiges Untersuchungsmaterial gezeigt hat. Die Quergänge werden miniert, auch wenn der eigentliche Zweck, nämlich Außenöffnungen zu bilden, nicht mehr erreicht wird. Außerdem hatten die bei höherer Temperatur gehaltenen Larven eine größere Anzahl Löcher miniert als Larven bei niedriger Temperatur. Ich fand ferner an der Abbiegungsstelle des Querkanals vom Hauptgang entweder eine eben gehäutete Larve mit der abgestreiften Larvenhaut, oft auch die Exuvie allein (Abb. 7) oder eine kurz vor der Häutung stehende Larve (Abb. 11). Charakteristisch für die Exuvien der Rapserdflohlarven sind 1. die dunkelbraune Kopfkapsel mit den auffälligen Mandibeln, 2 das dunkelbraune mit Borsten besetzte Hals- und Analschild, 3. die braunen Versteifungsleisten der drei Beinpaare, 4. die mit braunen Skleriten bedeckte Körperhaut.

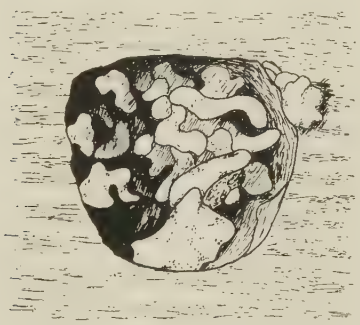


Abb. 10. Öffnung eines Querkanals, angefüllt mit Larvenkot

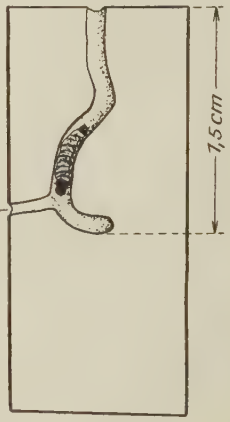


Abb. 11. Kurz vor der Häutung stehende Larve II in ihrem Fraßgang. Ö = Öffnung des Querkanals

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, daß die Herstellung der nach außen führenden Querkanäle mit der Häutung der Larve in Beziehung stehen muß.

2. Bedeutung der Querkanäle

Die folgenden Versuche mit 100 Rapserdflohlarven der Stadien I, II und III bezweckten die Entstehung der Querkanäle und ihre Bedeutung aufzudecken. Bei den Versuchstieren wurde zunächst der Zeitpunkt der

[1]) Mit der Außenwelt durch ein oder mehrere Öffnungen kommunizierende Gangsysteme sind auch bei folgenden minierenden Käferlarven erwähnt worden, z. B. bei den Larven des Getreide-Halticinen *Crepidodera ferruginea* Scop. (BLUNCK 1932), des gefleckten Kohltriebrüßlers *Ceutorrhynchus quadridens* Panz. (KÖRTING 1942) und bei den holzzerstörenden Larven der tropischen Cerambyciden-Gattung *Batocera: B. rufomaculata* Deg. an *Ficus carica* L. und *B. albofasciata* Deg. an *Ficus elastica* Roxb. und bei den in dünner Kiefernrinde minierenden Larven von *Ips proximus* Eichn. (STEBBING zit. bei EIDMANN und SCHLÜTER 1944). Öffnungen in den Muttergängen finden sich bei vielen Borkenkäfern, z. B. *Scolytus ratzeburgi* Jans., *Ips curvidens* Germ., *Dendroctonus micans* Kug., *Blastophagus piniperda* L. (v. LENGERKEN 1939). Öffnungen in den Larvengängen sind bei diesen Käferarten nicht beschrieben worden.

Häutung festgestellt; die eben gehäutete Larve ist bis auf die beiden dunklen Ocellen farblos. Der Beginn der Ausfärbung ist bei Zimmertemperatur erst nach mehr als drei Stunden augenscheinlich. Vier bis fünf Stunden nach dem Häutungsvorgang ist die Kopfkapsel dunkelgraubraun geworden, während Analschild und Beine noch hell geblieben sind. Nach 24 Stunden ist die Larve ausgefärbt; der Häutungsvorgang selbst dauerte nach meinen Beobachtungen 22—30 Minuten. Bei den kurz vor der Häutung stehenden Larven I und II sind Kopfkapsel, Hals- und Analschild tief dunkelbraun, die Larven sind träge und bewegen sich kaum.

Die Rapserdflohlarven wurden bei den Versuchen auf die Schnittflächen von 5—6 cm langen Rapsblattstielen eingesetzt und zwar in einen kurzen mittels einer feinen Nadel vorgebohrten Gang. Bei einigen Versuchsreihen wurden die beiden Schnittflächen des Stengelstückes nach dem Einsetzen der Larve fest mit Plastillinkappen verschlossen, um zu verhüten, daß Luft durch die Schnittflächen in das Stengelinnere gelangt. Es sollten auf diese Weise die im unbeschädigten Blattstiel an der Pflanze vorliegenden Verhältnisse nachgeahmt werden. Die Stengelstücke mit den Larven wurden in Petrischalen bei Temperaturen von 15°—16° C und 20°—22° C gehalten und täglich auf Vorhandensein von Öffnungen kontrolliert. Die Luftfeuchtigkeit in den Schalen wurde durch wassergetränkte Fließpapierstreifen auf rel. F. 100 % gehalten; wodurch zugleich auch das Eintrocknen der Stengelstücke verhütet wurde. Bei sämtlichen zu Versuchsbeginn kurz vor der Häutung stehenden Larven befand sich nach der späteren Präparation des Stieles die Larven-Exuvie jedes Mal an einer solchen Stelle des Hauptganges, wo ein nach außen offener Querkanal einmündet. Es ist daraus zu schließen, daß die Larve zur Häutung einen Querkanal miniert oder einen schon vorhandenen aufsucht.

In den Fällen, in denen keine Plastillinkappen über die Stengelstücke gelegt wurden, hatten die Larven das Eingangsloch an der Schnittfläche mit Kotpartikeln verstopft und dann Querkanäle angelegt.

Das Ergebnis dieser Untersuchungen zeigt Tabelle 4.

Aus der Tabelle und aus den Präparationsbildern der Stengelstücke läßt sich folgendes entnehmen:

1. Die Temperatur ist von Einfluß auf die Ausbildung der Öffnungen: Bei 20° bis 22° C entstand eine größere Anzahl als bei 15° bis 16° C. Unter 15° C wurden kaum noch Löcher angelegt, meist endigten die Querkanäle

Tabelle 4

Durchschnittliche Anzahl der von Rapserdflohlarven des I. und II. Stadiums minierten Öffnungen im Blattstiel; an bestimmten Tagen nach dem Einsetzen der Larven in den Stiel; bei verschiedener Temperatur

Anzahl der Tage	15°—16° C		20°—22° C	
	I	II	I	II
2	0	0	2	1
4	0	0	3	2
5	0,5	0	4	3
6	1	0	4	3
7	1	1	—	4
8	1	0	—	—
10	—	1	—	—

blind im Stengelgewebe. Bei tieferen Temperaturen, etwa um 10° C werden keine Löcher mehr am Stiel sichtbar.

2. Das Alter der Larven ist ebenfalls von Einfluß auf die Anzahl der Löcher, wie aus der Tabelle hervorgeht. Junglarven und Larven I minierten bei gleicher Temperatur häufiger Querkanäle mit Außenöffnungen als die Larven II; auch bei 15°—16° C wurden von Stadium I mehr Quergänge angelegt als von Stadium II. Die Larven III bohren nur noch Ausgangslöcher, durch die sie den Stengel verlassen.

3. Die sich nach außen öffnenden Querkanäle stehen in Zusammenhang mit dem Häutungsvorgang der Larve; sie werden von den Larven meistens kurz vor dem Zeitpunkt der Häutung miniert.

4. Die Löcher der Querkanäle dienen nur selten zum Hinausschaffen des Kotes, wie ich beobachtete. Sie werden zum größten Teil dauernd offen gehalten.

Welche Bedeutung muß nach den Befunden den Querkanälen mit den Öffnungen beigemessen werden? Eingehende Untersuchungen über diese Öffnungen sind in der Literatur bisher noch nicht erwähnt worden. Man hat auch noch niemals Larven-Exuvien in Nähe der Querkanäle beschrieben. Es ist lediglich im Hinblick auf die von den oben erwähnten Käferlarven (*Crepidodera ferruginea* Scop., *Ceutorrhynchus quadridens* Panz., *Batocera rufomaculata* Deg.) gebohrten Öffnungen die Vermutung ausgesprochen worden, daß sie entweder das Gangsystem durchlüften oder die Verjauchung verhüten sollen (KAUFMANN 1941, BLUNCK 1932, STEBBING 1914); eine nähere Begründung wurde allerdings nicht gegeben. Die Verhinderung einer Verjauchung ist jedoch nach meinen Beobachtungen nicht der eigentliche Zweck der Löcher; ich habe niemals eine Verjauchung des Gangsystems bei meinem Larvenmaterial gefunden, auch dann nicht, wenn die Ausbildung der Löcher unterblieben war.

Der Schwerpunkt ihrer Bedeutung liegt meines Erachtens in der Befriedigung des erhöhten Sauerstoffbedarfs bei der sich häutenden Larve. Die einzelnen Entwicklungsstadien der Insekten haben einen verschiedenen Sauerstoffverbrauch, der sogar bei ein und demselben Stadium regelmäßigen aus dem Grad der Körperentwicklung bedingten Schwankungen unterworfen ist, wie Untersuchungen von BOCK (1930) über den Gaswechsel bei Insekten zeigen. Ähnlich mag es auch für die Rapserdflohlarven zutreffen. Der Sauerstoffverbrauch der Larven ist zur Zeit der Häutung infolge ihrer Schlüpfbewegungen sicherlich groß. Mit zunehmendem Wachstum der Larve nimmt die Atmungsintensität im Verhältnis zum Körpergewicht ab; so mag es auch kommen, daß die großen Larven III keine Luftlöcher minieren, die Larven I dagegen zahlreiche, während die Larven II die Mitte zwischen beiden halten.

Bei kühler Temperatur verläuft die Entwicklung der Larve dagegen langsam, Stoffwechsel und Sauerstoffverbrauch sind gering; es sind also keine Löcher zur Befriedigung des Sauerstoffbedürfnisses notwendig. Umgekehrt muß bei Wärme infolge des stärkeren Wachstums, Stoffwechsels

und Sauerstoffverbrauchs eine größere Anzahl Querkanäle mit Öffnungen entstehen.

Wärme begünstigt also die Ausbildung der Öffnungen. Möglicherweise zeigt sich eine Parallele dazu in der Tatsache, daß Larven von Käfern gleicher Gattung, nämlich der *Cerambycidae*, in den warmen Tropenklimaten Löcher im Gangsystem ausbilden, während es die einheimischen, also in kälterem Klima lebenden Bock- und Prachtkäferlarven (abgesehen von *Ips proximus*-Larven) nicht tun; ich denke dabei an die eingangs erwähnten *Batocera*-Arten Indiens und Australiens. Die Löcher in den Muttergängen der einheimischen Borkenkäfer werden von den Käfern (nicht von den Larven) miniert und scheiden für unseren Fragenkomplex aus. Sie werden als „Luftlöcher" gedeutet (v. Lengerken 1939).

D. Miniergeschwindigkeit

Die Kenntnis der Miniergeschwindigkeit ist notwendig, um die Schadwirkung eines minierenden Insekts auf die Wirtspflanze zu beurteilen. In der Literatur habe ich darüber noch keine eingehenderen Untersuchungen gefunden, z. B. wurden die Fraßstrecken von minierenden Käferlarven immer nur annäherungsweise geschätzt. So gibt Körting (1942) an, daß eine Altlarve des gefleckten Kohltriebrüßlers „im Kohlblattstiel an einem Tage eine Fraßstrecke von durchschnittlich 1 cm Länge" zurücklegt.

Aus den je Tag minierten Fraßstrecken oder Weglängen läßt sich die Miniergeschwindigkeit ableiten, wie weiter unten noch erläutert wird.

Die beim Rapserdfloh vorhandenen Gesetzmäßigkeiten wurden durch Untersuchungen an 100 Larven aufgedeckt, wobei 26 Larven auf das Stadium I, 29 auf das Stadium II und 45 Exemplare auf das Stadium III entfielen. Um die gesamte Entwicklungszeit des betreffenden Larvenstadiums untersuchen zu können, wurde streng darauf geachtet, daß alle Versuchstiere die Häutung gerade beendet hatten. Das Stadium I wurde von der frisch geschlüpften Junglarve ab gerechnet.

Jede einzelne Larve wurde mit dem Kopf in einen vorgebohrten kurzen Gang (0,5 mm) auf die Schnittfläche von 5—6 cm langen Rapsblattstielen eingesetzt. Die lebhaften Larven bohrten sich alsbald tiefer in die Stengelstücke hinein. Die minierten Weglängen wurden vom 1. bis zum 20. Tag im Abstand von je 2 Tagen festgestellt. Dazu wurden die Stiele der Länge nach aufgeschnitten und die Fraßstrecken unter Berücksichtigung von etwa vorhandenen Krümmungen gemessen. In denjenigen Fällen, bei denen der Fraßgang im Gegenlicht durch den hellen Stiel dunkel hindurchschimmerte, wurde die zurückgelegte Fraßstrecke außen am Stiel ermittelt. Mir kam es bei diesen Beobachtungen zunächst nur auf eine allgemeine orientierende Feststellung an, die Larve blieb dabei ungestört und konnte weiter minieren, während durch Aufschneiden des Stieles der Fraßgang zerstört wurde und der betreffende Einzelversuch dadurch ein Ende fand.

Das Ergebnis dieser Untersuchungen stellen die Abb. 12, 13 und 14 (S. 468/69) getrennt für die einzelnen Larvenstadien I, II und III, dar.

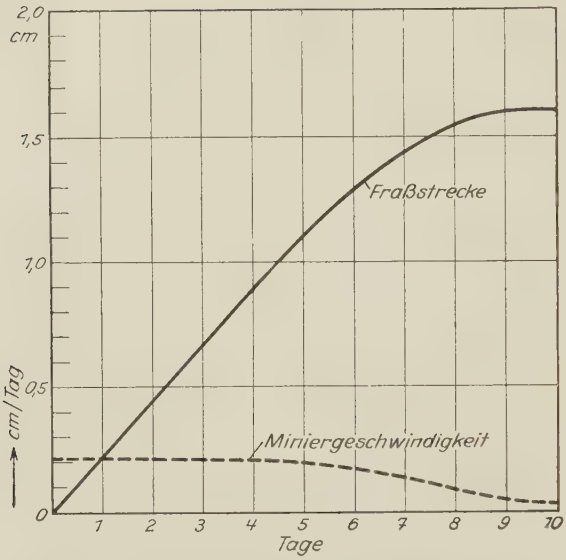


Abb. 12. Miniergeschwindigkeit bei Rapserdflohlarven des I. Stadiums. Ausgezogene Kurve: bis zum Ende des Larvenstadiums zurückgelegter Weg; gestrichelte Kurve: Größe der Miniergeschwindigkeit

Die ausgezogenen Kurven geben die während des betreffenden Larvenstadiums (vom Beginn bis zum Ende) zurückgelegte Fraßstrecke an. Es stellte sich bei der Messung der Fraßstrecken heraus, daß während desselben Zeitabschnitts einige Exemplare eine große Strecke, andere jedoch nur einen kleinen Weg zurückgelegt hatten; es waren also kräftige und schwache Tiere vorhanden. Die Leistungen der einzelnen Larven gleicher Entwicklung waren also in stark, mittel und schwach einzuteilen. Die Miniergeschwindigkeit läßt sich aus der innerhalb einer bestimmten Zeit zurückgelegten Weglängen errechnen. Man erhält dann eine Kurve, wie sie in gestrichelter Zeichnung auf den Abbildungen für die Larvenstadien I, II und III vermerkt ist.

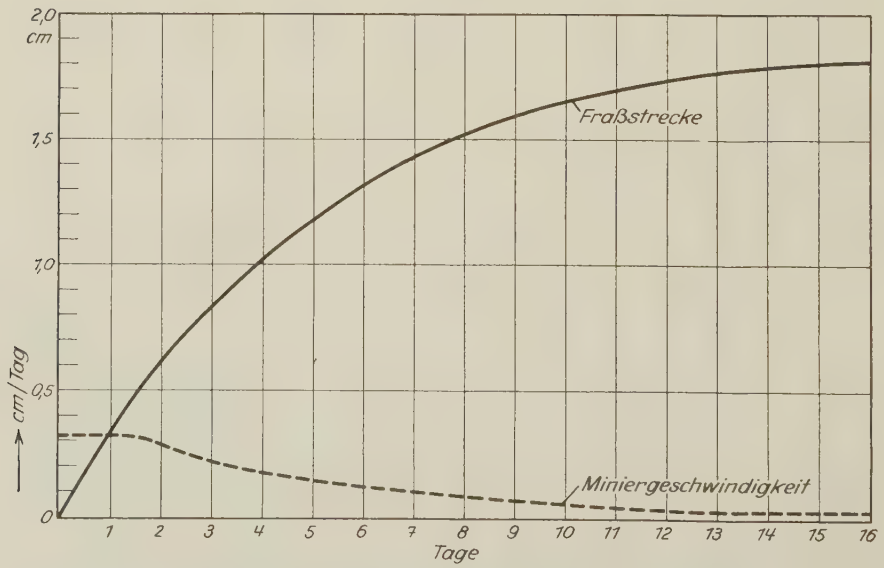


Abb. 13. Miniergeschwindigkeit bei Rapserdflohlarven des II. Stadiums. Ausgezogene Kurve: bis zum Ende des Larvenstadiums zurückgelegter Weg; gestrichelte Kurve: Größe der Miniergeschwindigkeit

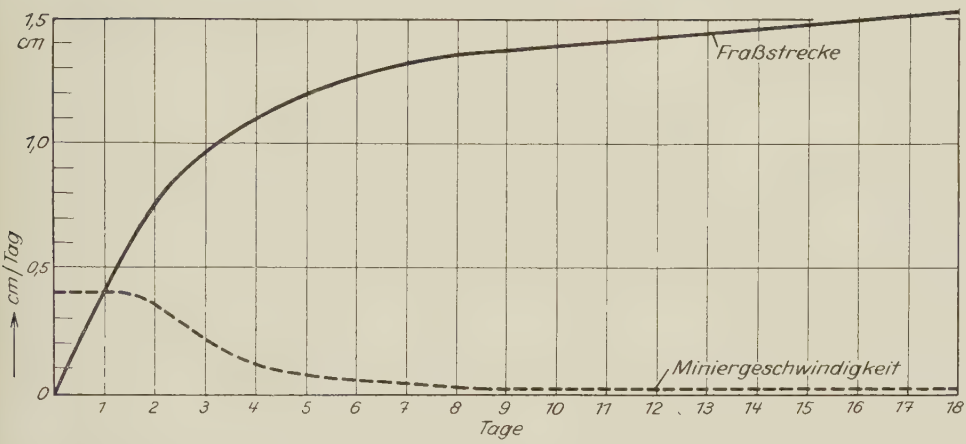


Abb. 14. Miniergeschwindigkeit bei Rapserdflohlarven des III. Stadiums. Ausgezogene Kurve: bis zum Ende des Larvenstadiums zurückgelegter Weg; gestrichelte Kurve: Größe der Miniergeschwindigkeit

Auswertung der Kurven

Aus den Fraßstrecken- und Miniergeschwindigkeitskurven lassen sich für die drei Entwicklungsstadien der Rapserdflohlarven folgende interessante Gesetzmäßigkeiten feststellen.

Die Daten wurden bei einer Temperatur von 17—18 ° C ermittelt. Bei einer anderen Temperatur würden sie sich natürlich verschieben, doch bleiben die aus den Kurven abgeleiteten Verhältnisse unverändert.

1. Die von den Larven I, II und III minierten Strecken gehen nach Beendigung des betreffenden Entwicklungsstadiums im allgemeinen nicht über 2 cm hinaus. Nur in seltenen Fällen, bei besonders kräftigen Tieren, fand ich Fraßstrecken bis zu 2,5 cm Länge.
2. Die Miniergeschwindigkeitskurven zeigen:
   Larve I frißt täglich stetig mit gleichbleibender Intensität: Nahrungsaufnahme und Stoffwechsel sind stark. Kurz vor der Häutung miniert die Larve nicht mehr.
   Larve II hat zu Anfang noch eine starkes Fraßbedürfnis; es läßt aber allmählich mit dem Größerwerden der Larve nach und wird kurz vor der Häutung ebenfalls eingestellt.
   Larve III miniert in ähnlicher Weise wie II, nur fällt die Miniergeschwindigkeitskurve rascher ab, so daß sie schon eher den kleinsten Wert erreicht.
3. Im Ganzen betrachtet miniert Larve III fast um die Hälfte langsamer als die Larven I und II
   z. B. braucht Larve I für eine Strecke von 1,5 cm rund 7 Tage
   Larve II für eine Strecke von 1,5 cm rund 7—8 Tage
   Larve III für eine Strecke von 1,5 cm rund 15 Tage
   Das Fraßbedürfnis und damit die Wachstumsintensität sind bei den Larvenstadien I und II beträchtlich stärker als bei III.

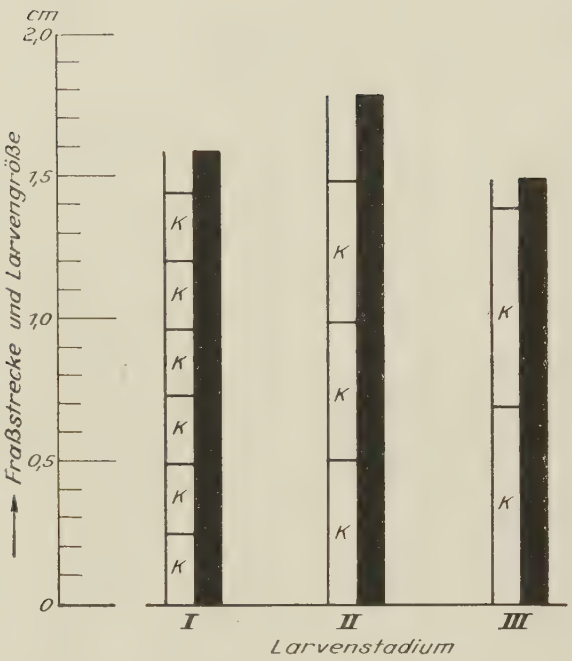


Abb. 15. Die Beziehung zwischen der Larvengröße und der längsten minierten Fraßstrecke bei den drei Rapserdflohlarvenstadien. K = Körpergröße der einzelnen Larve des betreffenden Stadiums; schwarzer Balken: Länge der innerhalb des betreffenden Stadiums zurückgelegten Fraßstrecke

Ein Ausdruck für die „Kraft", welche die jüngeren Larvenstadien besitzen, ist ihre lebhafte Beweglichkeit. Eine frisch geschlüpfte Larve I vermochte auf rauher Fließpapierunterlage laufend eine Wegstrecke von 1,7 cm innerhalb einer Minute zurückzulegen, was bei ihrer Körpergröße von nur 1,2 mm eine beachtliche Leistung darstellt.

Die Arbeitsleistung, welche die Larven während ihres Entwicklungsstadiums beim Minieren hervorbringen, wird durch Abb. 15 veranschaulicht. Sie vermittelt die Beziehung zwischen der Körperlänge und der insgesamt während des betreffenden Larvenstadiums zurückgelegten Fraßstrecke. Larve I hat bis zur Häutung das 6,5fache ihrer Körperlänge zurückzulegen, Larve II das annähernd $3^3/_4$fache und Larve III bis zum verpuppungsreifen Abwandern in die Erde nur das etwa 2fache der Körperlänge. Wiederum zeigt sich, daß Fraßbedürfnis und Wachstumsintensität bei Larve I am stärksten vorhanden sind.

E. Verhalten der Larven

1. Kriechspuren

Angedeutet wurde, daß die Rapserdflohlarven ihren alten Fraßgang verlassen und einen neuen minieren. Die Larvenentwicklung wird selten im gleichen Blatt beendet; meistens verlassen die Larven

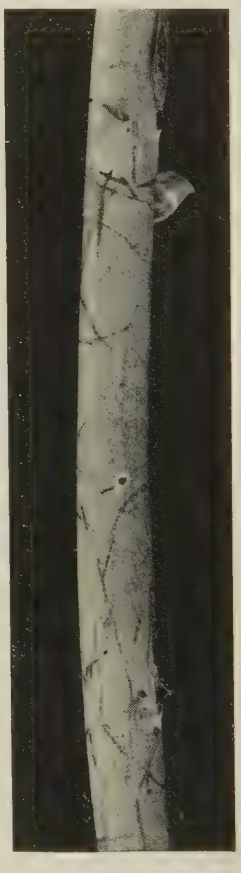


Abb. 16. Kriechspuren an einem Rapsblattstiel, verursacht durch Rapserdflohlarven; Einbohrloch sichtbar. Vergr. 1:1,5
Photo: SCHÄLOW

den Blattstiel, wenn er ihnen nicht mehr zusagt, wie das auch BLUNCK (1933) für die in Gräsern minierenden Halticinen erwähnt. Man findet in Stielen von abgefallenen oder an der Rapspflanze vergilbenden Blättern trotz vorhandener Fraßgänge keine Rapserdflohlarven mehr. Diese sind auf frische, meist jüngere Blätter übergesiedelt, was ich wiederholt in Versuchen mit Stengelstücken und an mit Larven befallenen Gewächshaus- und Freilandpflanzen beobachtete. An diesen Rapspflanzen fand ich eindeutig von Rapserdflohlarven herrührende Kriechspuren an Blattstielen und am Hauptstamm. Die Epidermis der Rapspflanze ist von einer samtartigen, stumpfen, graugrünen Wachsschicht überzogen. Die Kriechspuren entstehen dadurch, daß die Larven diesen Wachsüberzug beim Umherkriechen auf der Pflanze beschädigen, so daß eine glänzende, grüne Spur zurückbleibt und ihren Wanderweg angibt. Abb. 16 zeigt solche um einen Blattstiel verlaufende Kriechspuren. Diese Spuren ziehen sich in Bögen um Blattstiel und Schaft herum und enden häufig, wie ersichtlich, in einem Einbohrloch, das sich meist an der Ansatzstelle der Fiederblättchen oder der Blattspreite befindet (Abb. 17). Derartige von Insekten herrührende Kriechspuren an Pflanzen sind bei Raps- und Rübsenpflanzen noch nicht beobachtet und meines Wissens in der Literatur noch niemals beschrieben worden. Ich fand die Kriechspuren an sämtlichen 50 untersuchten Rapspflanzen, in einigen Fällen reichten sie bis zu 20 cm hoch den Hauptstamm hinauf.

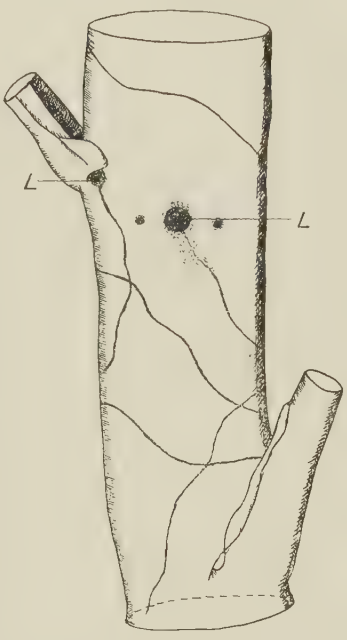


Abb. 17. Kriechspuren am Stamm einer Rapspflanze, verursacht durch Rapserdflohlarven. L = Einbohrlöcher der Larve

2. Fraßtätigkeit der Larven

Die von den Larven aus dem Stengelgewebe herausgeschnittenen Pflanzenzellen werden nach der Verdauung als feste, grüne bis weißliche Kotkrümel von unregelmäßig länglicher Form abgeschieden. Außerdem geben die Larven zeitweise Flüssigkeitstropfen ab. Der Kot wird manchmal durch ein Bohrloch hinausgeschoben (Abb. 10), meist durch das Eingangsloch an der Schnittfläche des Stengelstückes wie in den Versuchen oder seltener durch einen Quergang. In anderen Fällen wird der Kot an die Wände des Ganges angedrückt. An Larven II und III, die sich gerade beim Einbohren befanden, sah ich, wie das Hinterende ein wenig aus dem Loch herausgeschoben, der After vorgestülpt und ein Flüssigkeitstropfen abgestoßen wurde. Dieser füllte alsbald das ganze Loch und floß teilweise noch über den Rand hinaus, wie die feinpunktierte Stelle unterhalb

des Loches in Abb. 16 anzeigt. Die Flüssigkeit ergab mit Lackmus alkalische Reaktion.

Fraß am Gefäßbündelstrang

Bei geringerem Larvenbefall bleiben die Gefäßbündel des Rapsblattstieles vom Fraß verschont (Abb. 4 und 6). Ist der Befall jedoch stärker, so werden von den Larven II und III auch die Leitbündel angefressen. Die Mandibel der Larve I ist allerdings noch zu schwach dazu. Bei einem etwa 5 cm langem Stengelstück waren z. B. bei Befall mit 8 Larven III sämtliche Gefäße zernagt, und das Stück war wie ein Sieb durchlöchert worden. Zur genauen Feststellung, ob und in welcher Menge tatsächlich Gefäßbündelgewebe von den Rapserdflohlarven angenagt wird, dienten die folgenden Untersuchungen. Aus den Fraßgängen wurde Larvenkot entnommen und nach Einwirkung von Holzreagenzien mikroskopisch auf Vorhandensein von Holzgewebszellen untersucht.

Von Holzreagenzien erwies sich Chlorzinkjodlösung als ungeeignet. Ausgezeichnete Resultate ergab ein Zusatz zu dem in Wasser aufgeschwemmten Kot von je einem Tropfen Phloroglucin (in heißem Wasser löslich) und Salzsäure. Der Holzteil der Leitbündel färbte sich alsbald rot, während die nicht verholzten Zellen farblos blieben. Es fanden sich im Larvenkot sämtliche Elemente der Gefäße und zwar Fragmente von Siebröhren, Spiral-, Ring-, Tüpfel-, Netz- und Schraubengefäßen, außerdem Holzparenchymzellen. Der Zellinhalt war verdaut, so daß nur die verholzten Wandverdickungen übrig geblieben waren. Diese Anteile erscheinen im frisch entnommenen Larvenkot dunkelgrün, während die übrigen Kotreste von hellgrüner Farbe sind.

Der Anteil der Gefäßbündelbestandteile machte bei meinen 15 Präparaten schätzungsweise je Fall $^1/_5$ der Gesamtkotmenge aus. Genaue Messungen ließen sich leider nicht durchführen, da die jeweils entnommenen Kotmengen zu gering waren. Der untersuchte Larvenkot stammte, wie ich betonen möchte, aus Gängen, bei denen keine augenscheinliche Beschädigung der Gefäße festzustellen war.

3. Puppenwiegen im Blattstiel

Die Puppenruhe findet bei den sich innerhalb der Rapspflanze entwickelnden Rapserdflohlarven im Erdboden statt. Bei meinen Laborversuchen fand ich aber sehr häufig, daß die Larven III zur Verpuppung nicht den Blattstiel verließen, sondern sich im Innern des Stengelstückes eine 4,5 mm hohe und 2,5—3,5 mm breite Höhle miniert hatten und nun hier als Präpuppe oder sogar Puppe lagen. Ob Käfer aus den Puppen herausgekrochen wären, ließ sich leider nicht feststellen, da die Puppenwiegen durch die Präparation des Stieles zerstört wurden.

Die Larve III baut sich im Freien in der Erde einen Kokon aus Erdteilchen. In einer Glasschale ist dies nicht möglich, sie bleibt im Stiel. Die Puppenwiege entstand im Anschluß an einen Miniergang (Abb. 18, 19);

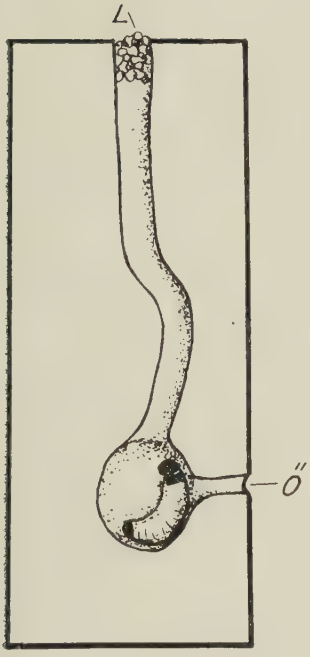


Abb. 18. Puppenwiege mit Rapserdfloh-Präpuppe innerhalb eines Stengelstückes. Schema, Längsschnitt. Ö = Öffnung des Querkanals; L = Einbohrloch der Larve

sie befand sich entweder am Ende des Fraßganges, oder aber die Larve war wieder aufwärts gewandert und hatte sie dicht unter der Schnittfläche des Stengelstückes angelegt. War die Entwicklung der Larve III schon weit fortgeschritten, so hatte sich die Larve gleich nach dem Eindringen durch die Schnittfläche eine Höhle gebaut. In jedem Falle besaß die Puppenwiege eine offenbar zur Befriedigung des Sauerstoffbedürfnisses dienende Öffnung, wie aus den beiden Bildern hervorgeht.

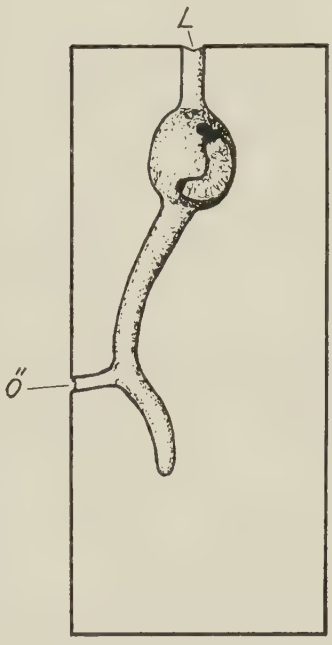


Abb. 19. Puppenwiege mit Rapserdfloh-Präpuppe innerhalb eines Rapsstengelstückes. Schema, Längsschnitt. Ö = Öffnung des Querkanals; L = mit Kot verstopftes Einbohrloch der Larve

Bei Verstopfung des Eingangsloches der Larve mit Kot entstand ein neuer Kanal mit Außenöffnung. Eine derartige, ebenfalls zur Ventilation dienende Öffnung wird von der Puppenwiege von *Hylurgops palliatus* Gyll. (v. LENGERKEN 1939) und der schon öfter erwähnten *Cerambyciden*-Gattung *Batocera wyliei* Chevr. des westafrikanischen Regenwaldgebietes beschrieben (EIDMANN und SCHLÜTER 1944). An befallenen Rapspflanzen selbst habe ich diese Erscheinung niemals beobachtet. Die Puppenwiegen im Stengelstück wurden auch bei 17 °C gebildet; die Wände waren glatt und frei von Kotkrümeln. Eine ähnliche Beobachtung machte THEOBALD (1910), der Puppen des Kohlschotenrüßlers (*Ceutorrhynchus assimilis* Payk.) ebenfalls als seltnen Fall im Inneren von Kohlrübenschoten fand.

Zusammenfassung

1. Die Rapserdflohlarven bohren sich in den Blattstiel vornehmlich an den ihrem Körper Halt gebenden Ansatzstellen der Fiederblättchen und Blattspreite ein und zwar meistens an der gefäßbündelfreien Innenfläche des Stengels.
2. Die Minierrichtung der in Stengelstücke eingesetzten Larven verläuft

bei Larve I stielaufwärts, Larve II meistens stielaufwärts, Larve III im jüngeren Stadium stielaufwärts, im älteren abwärts.

3. Die Fraßgänge haben gewundenen Verlauf.
4. Das Gangsystem besteht aus dem in Längsrichtung des Stengels minierten Hauptgang und einen oder mehreren seitlichen, möglichst senkrecht abgehenden Querkanälen. Diese öffnen sich nach außen oder endigen blind im Stengelgewebe.
5. Die Larven befinden sich zur Zeit der Häutung im Bereich dieser Öffnungen, die wahrscheinlich das erhöhte Sauerstoffbedürfnis der Larven während des Häutungsvorganges befriedigen sollen. Bei hoher Temperatur wird eine größere Anzahl Löcher ausgebildet als bei tieferer. Die Larven minieren im Stadium I mehr Querkanäle mit Öffnungen als im Stadium II.
6. Fraßbedürfnis und damit Wachstumsintensität sind bei den Larvenstadien I und II sehr viel größer als bei III.

   Die Miniergeschwindigkeit ist bei den drei Larvenstadien verschieden: Larve I miniert bis kurz vor der Häutung fast gleichmäßig stark. Larve II miniert nur in der ersten Zeit stark, dann aber allmählich abnehmend. Larve III miniert ebenfalls nur in der ersten Zeit stark; die Geschwindigkeit verringert sich aber eher als bei II, so daß sie fast während des ganzen III. Stadiums gering bleibt.
7. Die Rapserdflohlarven zeichnen sich durch ein großes Wanderungsvermögen aus.
8. Die Larven hinterlassen typische Kriechspuren in der Wachsschicht der Rapsflanze.
9. Die Rapserdflohlarven, besonders Stadium II und III fressen auch Bestandteile der Gefäßbündel.

Literaturverzeichnis

BECKER, G., Bestimmungen von Insektenfraßschäden an Nadelholz. Zeitschr. angew. Ent. **31**, S. 275—303, 1949. Weitere Literaturangaben daselbst.

BLUNCK, H., Zur Kenntnis der Lebensgewohnheiten und der Metamorphose getreidebewohnender Halticinen. Zeitschr. angew. Ent. **19**, S. 357—397, 1932.

— — Krankheiten und Schädlinge von Raps und Rübsen. Forschungsdienst H. 14, S. 193—232, 1941.

BOCK, F., Versuche über den Gaswechsel bei Insekten und deren Bedeutung für Fragen der angewandten Zoologie. Zeitschr. angew. Ent. **16**, S. 357—376, 1930.

ECKSTEIN, K., Holzzerstörende Bockkäferlarven. Zeitschr. angew. Ent. **23**, S. 281 bis 293, 1937.

EIDMANN, H. und SCHLÜTER, M., Zur Kenntnis der Lebensweise von *Batocera wyliei* Chevr. (*Col. Cerambycidae*), eines Schädlings an Okumé. Zeitschr. Pflanzenkrankh. **54**, S. 177—189, 1944.

ESCHERICH, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. **II.** und **V.** Band. Berlin 1923 und 1942.

FIEDLER, H. G., Biologie und Bekämpfung der Kaffeeminiermotten Ostafrikas unter Berücksichtigung des Klimas. Zeitschr. angew. Ent. **31**, S. 38—76, 1949.

HERING, M., Die Blattminen Mittel- und Nordeuropas. Neubrandenburg 1935—1937.

Jung, W., Beiträge zur Kenntnis der Lärchenminiermotte (*Coleophora laricella* Hb.). Zeitschr. angew. Ent. **29**, S. 475—517, 1942.

Kaufmann, O., Zur Biologie des Rapserdflohs (*Psylliodes chrysocephala* L.) Zeitschr. Pflanzenkrankh. **51**, S. 342—369, 1941.

Körting, A., Über die Lebensweise des gefleckten Kohltriebrüßlers (*Ceutorrhynchus quadridens* Panz.) und seine Bedeutung als Ölfruchtschädling. Arb. phys. angew. Ent. **9**, S. 207—237, 1942.

Lengerken, H. v., Die Brutfürsorge- und Brutpflegeinstinkte der Käfer. Leipzig 1939.

Meuche, A., Untersuchungen am Rapserdfloh (*Phylliodes chrysocephala* L.) in Ostholstein. Zeitschr. angew. Ent. **27**, S. 464—495, 1940.

— — Zur Überwinterung des Rapserdflohs (*Psylliodes chrysocephala* L.). Zeitschr. Pflanzenkrankh. **54**, S. 138—153, 1944.

Theobald, In: Jl. S.-E. agric. Coll. XIX, Wye, Ashfort. Kent 1910. Zit. bei Weiss.

Weiss, H. v., Beiträge zur Biologie und Bekämpfung wichtiger Ölfruchtschädlinge. Monog. angew. Ent. Nr. 14, Beiheft z. Bd. **XXVI**, Zeitschr. angew. Ent. 1940.

Nachtrag:

Godan, D., Über die Wirkung des Rapserdflohlarvenbefalls auf die Rapspflanze. Mitt. Biol. Zentralanst. H. 69, S. 1—35, 1950.

Aus dem Zoologischen Institut der K. F.-Universität Graz
Vorstand: Prof. W. KÜHNELT

Untersuchungen über das Verhalten der Enchytraeiden gegenüber dem Zuckerrübennematoden *Heterodera Schachtii* (Schm.)

Von
Bruno Schaerffenberg und Hans Tendl

Mit 18 Abbildungen

A. Einleitung

Es ist bekannt, daß durch Gründüngung, insbesondere mit Leguminosen, bei starkem Nematodenbefall von Zuckerrüben, Kartoffeln, Hafer usw. eine bedeutende Befallsverminderung erzielt werden kann (Römer 1927, Reinmuth 1929 und 1942, Rademacher 1934, Goffart 1934, 1935 und 1941).

Eine befriedigende Erklärung für diese Erscheinung konnte bisher nicht gefunden werden. Manche Autoren sind der Ansicht, daß es sich hierbei ausschließlich um eine Wirkung der Gründüngungspflanzen handelt. Sofern es sich um die frisch untergebrachte Masse von sogenannten Feindpflanzen handelt, trifft dies auch zu. Schon Nebel (1926) hat zerkleinerten weißen Steinklee mit Erfolg gegen den Rübennematoden angewendet. Rademacher (1932) setzte diese Versuche auf breiterer Grundlage fort und konnte für eine ganze Reihe von Leguminosen eine erhebliche befallsvermindernde Wirkung der nematodenverseuchten Rüben erzielen. Er hatte aber nicht nur mit frischem, sondern auch mit verrottetem Material Erfolg. Auch Reinmuth (1942) erhielt mit Stallmist beim Kartoffelnematoden gleich günstige Ergebnisse. Sie lassen sich mit der Pflanzenwirkung allein nicht mehr erklären.

Es lag daher nahe anzunehmen, daß hier außer den eingebrachten Pflanzen noch andere Organismen im Spiele sind, die mit dem verrotteten Material in den Boden gelangen, wie beispielsweise die Enchytraeiden. Daß diese sonst saprophagen Borstenwürmer in der Tat parasitische Nematoden angreifen, ist bereits durch Jegen (1920) experimentell nachgewiesen worden. Es gelang ihm nämlich nematodenverseuchte Erdbeerpflanzen durch Zusatz von Enchytraeiden zur Genesung zu bringen. Die Gesundung der Pflanzen trat jedoch nur dann ein, wenn der Krankheits-

prozeß seinen Höhepunkt noch nicht erreicht hatte. War dies der Fall, so war die gegenteilige Wirkung zu verzeichnen, das heißt, die Enchytraeiden nahmen die sich zersetzenden Pflanzenteile als Nahrung auf und beschleunigten so den Verfall.

Die praktische Bedeutung dieser Ergebnisse liegt auf der Hand. Es war daher naheliegend zu untersuchen, ob auch die Großschädlinge unter den parasitischen Nematoden von Enchytraeiden angegriffen werden. Wir haben daher zunächst das Verhalten der Enchytraeiden gegenüber dem Rübennematoden (*Heterodera Schachtii* Schm.) geprüft.

B. Material und Untersuchungsmethoden

Das Nematodenmaterial wurde von der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien zur Verfügung gestellt, wofür wir auch an dieser Stelle unseren Dank aussprechen. Die mit Cysten angereicherte Erde wurde bis zu Versuchsbeginn trocken aufbewahrt, um so ein vorzeitiges Schlüpfen der Larven zu verhüten.

Die verwendeten Enchytraeidenformen der Gattungen *Fridericia* und *Enchytraeus* konnten wir uns leicht aus feuchten Wiesenböden beschaffen. Zur Beschleunigung ihrer Vermehrung wurden Kompost und in Zersetzung befindliche Pflanzenteile zugesetzt. Die ausgedehnten Infektionsversuche wurden in großen Blumentöpfen (Durchmesser 24 cm) vorgenommen, welche mit je einer Zuckerrübenpflanze beschickt in den Boden des Versuchsgartens eingegraben waren. Die Untersuchungen kamen also unter möglichst natürlichen Bedingungen zur Durchführung.

Da die verwendete Erde frei von jeglichen tierischen Lebewesen sein mußte, wurde sie bei 100 ° C 24 Stunden lang sterilisiert. In diesem, von Enchytraeiden völlig freien Boden, wurden Ende April junge, kräftige Zuckerrübenpflanzen gesetzt. Insgesamt kamen für die Versuche 120 Zuckerrübenpflanzen zur Verwendung.

Zur Erzielung verschiedener Befallsstärken nahmen wir Abstufungen im Cystenzusatz vor, und zwar in der Weise, daß eine Versuchsreihe schwach, eine weitere mittelstark und eine dritte stark verseucht wurde. Für die Heilungsversuche sind also im ganzen drei Versuchsreihen mit je 26 Pflanzen angesetzt worden.

Lange Zeit trat infolge zu feuchter und kühler Witterung kein Befall auf. Erst Mitte August bzw. Juli konnten wir eine Erkrankung der Pflanzen in der gewünschten Abstufung feststellen. Nun wurde die eine Hälfte der Versuchsgefäße mit jeweils der gleichen Menge Enchytraeiden beschickt (200 Stück), während die andere Hälfte unbehandelt blieb, sonst aber unter den gleichen äußeren Bedingungen belassen wurde. Die Versuche liefen über 6—13 Wochen, wobei der Gesundheitszustand der Pflanzen in jeder Woche einmal gründlich überprüft und die Veränderungen des Krankheitsbildes registriert wurden. Gleichzeitig wurden Wurzelgewebe und Boden auf vorhandene Nematoden und Enchytraeiden untersucht. Dabei gingen wir in der Weise vor, daß bei jeder Zuckerrübe einer jeden

Versuchsreihe 3 Seitenwurzeln nach vorsichtigem Ausgraben entfernt und zwischen Holundermark in Längs- und Querschnitte zerlegt wurden, die dann zur mikroskopischen Untersuchung kamen. Die Bevölkerungsbewegung der beiden Wurmformen außerhalb der Wurzeln ist durch Untersuchung von kleinen Bodenproben von jeweils 3 ccm ermittelt worden. Die Erde wurde zu diesem Zweck aufgeschwemmt und unter dem Binokular auf vorhandene Enchytraeiden und Nematoden untersucht. Zudem wurden die durchgebrochenen Nematodenweibchen an den untersuchten Seitenwurzeln ausgezählt. Die gewonnenen Werte sind natürlich relativ und geben nur ein ungefähres Bild von den Schwankungen der Bevölkerungsbewegung der Enchytraeiden und Nematoden. Sie reichen aber aus, um die Zu- und Abnahme beider Wurmformen während des Versuches zu verfolgen. Bei den Vorbeugungsversuchen wurde mit unsterilisierter Gartenerde gearbeitet. Sonst war die Versuchsanordnung und Arbeitsweise die gleiche. Die Zahl der hierfür verwendeten Zuckerrübenpflanzen betrug 45 in drei Versuchsreihen.

In Abb. 1 bis 18 sind die Schwankungen in der Bevölkerungsdichte der Enchytraeiden und Nematoden, sowie der Krankheitsverlauf der Zuckerrüben graphisch dargestellt. Dabei wurden die gefundenen relativen Tierzahlen in 5 Abstufungen auf die Ordinate aufgetragen, und zwar bedeuten 0 = 0, 1 = 1—25, 2 = 2—75, 3 = 75—130, 4 = 130 bis 200, 5 = über 200 Enchytraeiden und Nematoden. Die Bevölkerungsdichte der Nematoden ist jeweils strichliert, die der Enchytraeiden punktiert dargestellt. Der Anteil der schraffierten Fläche unterrichtet über den Krankheitsverlauf der Pflanzen während der Versuchszeit, wobei der Anstieg den fortschreitenden Gesundungsprozeß, der Abstieg den allmählichen Verfall der Pflanzen darstellt.

Vor der Beschreibung der Versuchsergebnisse soll ein kurzer Abriß des Krankheitsverlaufes und der Krankheitssymptome der Nematodenkrankheit der Zuckerrübe gegeben werden.

Die ersten Krankheitssymptome treten im allgemeinen 3—5 Wochen nach der Infektion auf. Sie geben sich darin zu erkennen, daß die Pflanzen ein bleiches und mattes Aussehen annehmen. Die äußeren Blätter sind schlaff und lassen die Köpfe hängen. Im weiteren Verlauf der Krankheit treten zunächst vom Rande her braune Flecken auf, die immer größer werden, bis schließlich das ganze Blatt vergilbt ist und zu welken beginnt. Das ist etwa 14 Tage bis 3 Wochen, je nach der Stärke der Infektion, nach dem Auftreten der ersten Krankheitsanzeichen der Fall. Die inneren Blätter welken bei schwachem Befall nicht, sondern behalten lange Zeit ihr frisches, grünes Aussehen, bleiben aber im Wachstum zurück. Bei starkem Befall welken auch die Herzblätter und das ganze Herz wird schwarz. Auch im Wurzelsystem der kranken Rüben treten große Veränderungen auf. Es werden viele Seitenwurzeln, sogenannte Hungerwurzeln entwickelt, welche laufend absterben und durch neue ersetzt werden. Es kommt somit zur Bildung eines ganzen Wurzelnetzes — „der bärtigen Rübe".

Bei sehr starkem Befall kommt es schließlich nach 4—5 Wochen zum Absterben der Pflanzen. Im allgemeinen jedoch hemmen die Nematoden nur das Wachstum und machen die Wurzeln zur Nahrungsaufnahme ungeeignet, indem sie die Leitungsbahnen verstopfen. Infolgedessen bleiben die Rüben kleiner und der Ertrag sinkt erheblich ab.

C. Heilungsversuche durch Zusatz von Enchytraeiden

1. Heilungsversuche bei schwachem Nematodenbefall

Die ersten 4 Abbildungen stellen die Ergebnisse der Heilungsversuche und deren Kontrollen bei schwachem Nematodenbefall dar. Die Versuchspflanzen waren am 15. Juni und 26. Juni 1948 mit je 8 bzw. 10 Cysten infiziert worden. Aber erst am 13. August konnten wir die gewünschte Befallsstärke feststellen, so daß nunmehr die Enchytraeiden zugesetzt werden konnten. Für diese Versuche wurden 2 Versuchsreihen mit je 13 Pflanzen angesetzt.

In einem Falle war die Metamorphose der Nematoden noch nicht, im anderen aber zum größten Teil abgeschlossen. Im Laufe der Versuchszeit zeigte sich, daß diese Tatsache von weittragender Bedeutung ist. Während nämlich jene Pflanzen, bei welchen sich die Nematoden noch zum überwiegenden Teil in der Larvenentwicklung befanden, nach dem Enchytraeidenzusatz die ihnen am Anfang anhaftenden Krankheitssymptome nach und nach völlig verloren, also wieder gesund wurden, behielten die Pflanzen, bei welchen die Nematodenmetamorphose zum größten Teil beendet war, auch nach dem Einsetzen, nicht nur ihr krankhaftes Aussehen bei, sondern ihr Zustand schien sich sogar noch mehr zu verschlimmern. Ihre äußeren Blätter sind braun und welk, die Herzblätter nur kümmerlich ausgebildet. Die Erklärung dieses anscheinend widersprechenden Befundes wird später gegeben werden. Vorerst soll der Verlauf der Krankheit bei denjenigen Versuchspflanzen besprochen werden, wo die Nematoden zu Versuchsbeginn die Metamorphose noch nicht beendet hatten. Er ist in Abb. 1 veranschaulicht. Wir ersehen hieraus, daß die Nematoden, nach anfänglichem Ansteigen bis zur zweiten Woche, bei Versuchsende fast völlig, bis auf einige, zur Entwicklung gelangte Weibchen verschwunden sind. Die Enchytraeiden hingegen nehmen beständig zu und verbleiben von der vierten Woche an bis zu Versuchsende annähernd auf der gleichen Höhe. Der Kreuzungspunkt der beiden Kurven gibt — auch in den folgenden graphischen Darstellungen — den Zeitpunkt an, wo die beiden Tierformen in gleicher Stärke vertreten sind und sich der Zustand der Pflanzen zu bessern beginnt. Dabei ist es klar, daß die Gesundung der Wirtspflanze um so sicherer und vollkommener vor sich geht, je früher dieser Augenblick im Verlauf der Krankheit eintritt. Daß die Abnahme der Nematoden und somit die Gesundung der Pflanzen ausschließlich auf den Einfluß der Enchytraeiden zurückzuführen ist, beweisen die Beobachtungen an den Kontrollpflanzen, denen diese nicht zugesetzt

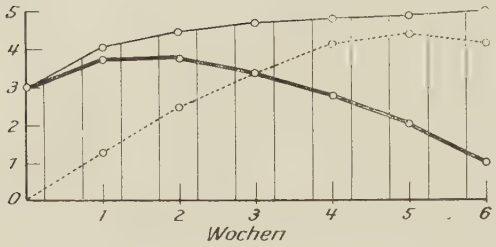


Abb. 1

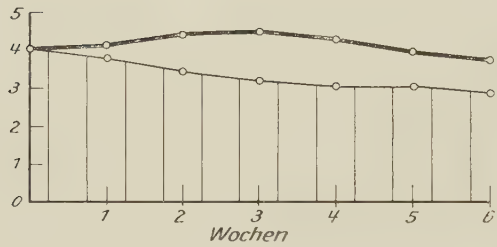


Abb. 2

wurden. Die Krankheit verschlimmert sich in diesem Falle von Woche zu Woche, ohne allerdings die Pflanzen völlig zum Absterben zu bringen (Abb. 2). Die Rübenpflanzen zeigen zu Versuchsende ein braunes, welkes Aussehen. Die allmählich absteigende schraffierte Fläche in Abb. 2 bringt dies deutlich zum Ausdruck. Aus dem Verlauf der Nematodenkurve ist zu ersehen, daß die Besiedlungsdichte während der Versuchszeit immer mehr zunimmt, um erst gegen Versuchsende ein wenig abzunehmen, und zwar, weil die entwickelten Weibchen von den Pflanzenwurzeln abfallen.

Zu Beginn der beiden nächsten Versuchsreihen war die Metamorphose der Nematoden größtenteils abgeschlossen. Die Mehrzahl hatte die Pflanzen daher bereits verlassen, oder war als geschlechtsreife Weibchen nach außen durchgebrochen, so daß die Seitenwurzeln mit diesen dicht besetzt waren. Da nun die Weibchen von den Enchytraeiden nicht angegriffen werden, war auf diese Weise eine Gesundung der Pflanzen nicht zu erreichen (Abb. 3). Zwar nehmen die Enchytraeiden zahlenmäßig beträchtlich zu und beseitigen auch die wenigen, noch im Pflanzengewebe vorhandenen Nematoden, im ganzen gesehen scheinen sie aber, wie aus Abb. 3 hervorgeht, den Verfallprozeß noch zu beschleunigen. So kümmern die Pflanzen immer mehr und mehr und machen am Ende des Versuches einen geradezu erbärmlichen Eindruck. Sie sind klein und bilden nur wenige gelbliche neue Herzblätter, obgleich sie zu Beginn des Versuchs sich zunächst zu erholen schienen. Die äußeren Blätter sind braun und welk.

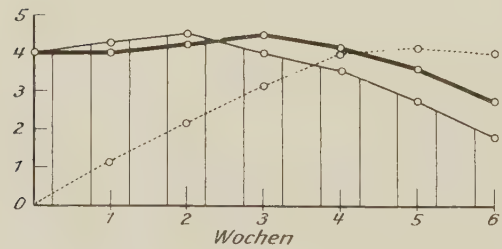


Abb. 3

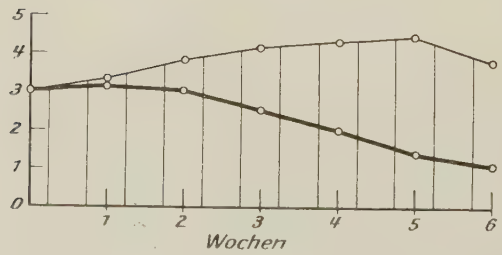


Abb. 4

Die Kontrollpflanzen hingegen machen zu diesem Zeitpunkt einen gesünderen, frischeren Eindruck (Abb. 4). Die vergleichende Untersuchung der Wurzeln ergab, daß dieselben bei den Kontrollen zwar durch die Nematoden stark in Mitleidenschaft gezogen waren, aber bei weitem nicht in dem Maße wie bei den Versuchspflanzen, wo die Enchytraeiden an der Beschädigung teilnahmen. Es werden längst nicht so viele Seitenwurzeln zerstört, weshalb auch die Hungerwurzelbildung geringer ist als bei den Zuckerrüben mit Enchytraeidenzusatz.

Dieser langsamere Verlauf des Krankheitsprozesses bei den Kontrollpflanzen kommt in Abb. 4 klar zum Ausdruck.

Aus diesen ersten Versuchsergebnissen ersieht man bereits, daß zwischen den beiden Wurmformen in den erkrankten Zuckerrübenpflanzen eine biologische Beziehung besteht, und zwar derart, daß die Enchytraeiden hemmend in die Ausbreitung der Nematoden eingreifen.

Allerdings sind die ausgewachsenen Enchytraeiden daran nicht beteiligt. Sie leben ausschließlich zwischen den Wurzeln, wo sie sich von verrotteter Pflanzensubstanz ernähren und dem Fortpflanzungsgeschäft nachgehen. Nur die Jugendstadien greifen die Nematoden an. Zu diesem Zweck dringen sie in die Wirtspflanze ein, und zwar vorzugsweise in die von den Nematoden bewohnten Teile unter der Epidermis. Von diesem Zeitpunkt an beginnen die Nematodenlarven ständig abzunehmen. Sie werden offenbar von den Enchytraeidenlarven als Nahrung aufgenommen. Dies scheint in der Weise vor sich zu gehen, daß, wie schon Jegen (1920) beobachtet hat, die Enchytraeidenlarven zunächst ein Verdauungssekret absondern, durch welches die Nematodenlarven gewissermaßen extraintestinal verdaut werden. Die aufgelösten Nematodenlarven werden dann von den Enchytraeiden aufgesogen. Die entwickelten Nematodenweibchen, wahrscheinlich aber auch die frei im Erdreich lebenden Männchen des Rübennematoden, werden von den Enchytraeiden nicht angegriffen. Diese können daher nur dann der Ausbreitung des Nematoden Abbruch tun, wenn die Metamorphose des Nematoden noch nicht beendet ist.

2. Heilungsversuche bei mittelstarkem Nematodenbefall

Es handelt sich hier wieder um zwei Versuchsreihen von je 13 Zuckerrüben. Bei der Hälfte der Pflanzen war die Metamorphose der Nematoden beendet. Die Ergebnisse sind in Abb. 5—8 graphisch dargestellt. Die Versuchspflanzen waren am 24. Juni und 26. Juni 1948 mit je 22 bis 28 Cysten infiziert worden. Aber erst am 16. August konnten wir die gewünschten Krankheitssymptome an den Pflanzen feststellen. Am gleichen Tag wurden die Enchytraeiden (200 Stück je Topf) zugesetzt. Die äußeren Krankheitssymptome traten hier naturgemäß deutlicher in Erscheinung als beim vorhergegangenen Versuch. Die Pflanzen zeigten ein bleiches, welkes Aussehen und an den Rändern der äußeren Blätter traten bereits braune Flecken auf. Trotzdem begannen sich diejenigen

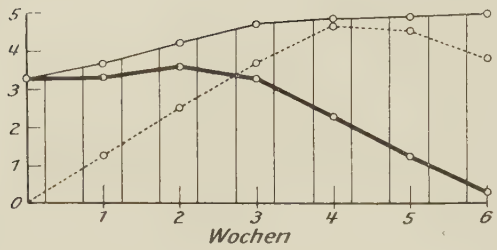


Abb. 5

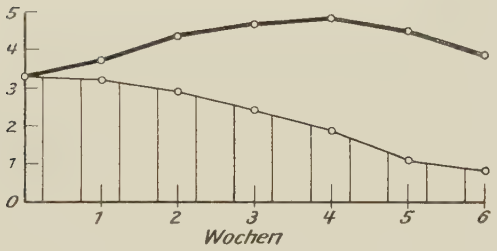


Abb. 6

Zuckerrübenpflanzen, bei welchen die Entwicklung der Nematoden zu Versuchsbeginn noch nicht abgeschlossen war, bereits nach zwei bis drei Wochen nach dem Enchytraeidenzusatz zu erholen. Sie verloren mehr und mehr das schlaffe, fleckige Aussehen und begannen wieder normal zu wachsen. An Stelle der Hungerwurzeln, die nach und nach abfielen, wurden wieder normale Seitenwurzeln gebildet. Nach weiteren drei Wochen war der Gesundungsprozeß der Pflanzen abgeschlossen, so daß diese von normalen Zuckerrüben gleichen Alters nicht mehr zu unterscheiden waren. Aus Abb. 5 ist zu ersehen, daß die Nematodenlarven bereits zu Beginn des Experiments in den Pflanzengeweben außerordentlich zahlreich auftraten. Sobald aber die Enchytraeiden annähernd das Maximum ihrer Dichte erreicht haben, treten die Nematoden mehr und mehr zurück und sind bei Versuchsende bis auf einige wenige Weibchen völlig verschwunden. Aus dem steten Anstieg der schraffierten Fläche ist die damit verbundene, fortschreitende Gesundung der Pflanzen deutlich zu erkennen.

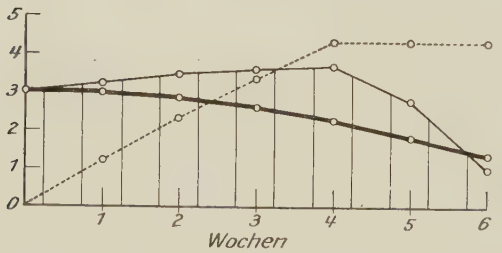


Abb. 7

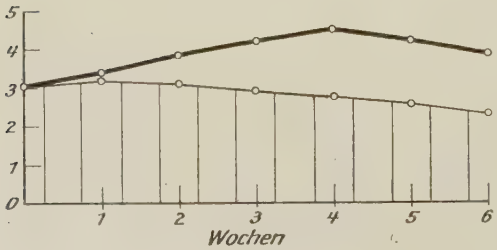


Abb. 8

Demgegenüber nimmt die Krankheit, wie aus Abb. 6 hervorgeht, bei dem parallellaufenden Kontrollversuch weiter von Woche zu Woche zu, so daß bei Versuchsende auch die Herzblätter ihre Frische und normale Größe eingebüßt hatten. Sie zeigten ein gelbliches, welkes Aussehen. Die Nematoden sind auch bei Versuchsende immer noch in großer Zahl vorhanden, obwohl viele entwickelte Weibchen bereits von den Wurzeln abgefallen sind.

Ganz anders wiederum verliefen die Versuche mit jenen Pflanzen, bei denen zur

Zeit des Enchytraeidenzusatzes die Entwicklung des Nematoden bereits abgeschlossen war. Der Verlauf ist wieder ein ähnlicher wie im vorhergegangenen Versuch bei schwacher Verseuchung. Die Enchytraeiden verzögern zu Beginn wohl auch hier den Verfall der Pflanzen, vermögen aber den schon zu weit fortgeschrittenen Krankheitsprozeß nicht mehr aufzuhalten. Zwar verschwinden, wie in der ersten Versuchsreihe, die wenigen, noch im Pflanzengewebe vorhandenen Nematodenlarven nach dem Zusatz der Enchytraeiden, aber die Pflanzenwurzeln sind durch die nach außen durchgebrochenen Nematodenweibchen, sowie durch die vorausgehende zerstörende Tätigkeit der Larven schon so stark angegriffen, daß die Enchytraeiden jetzt als Saprophage an der Zersetzung der Wurzeln teilnehmen und so den Verfall der Pflanzen beschleunigen helfen, anstatt sie von der Krankheit zu heilen (Abb. 7). Besonders deutlich wird dies, wenn man den dazugehörigen Kontrollversuch, wo keine Enchytraeiden zugesetzt wurden, betrachtet. Diese Pflanzen zeigen trotz größerer Nematodendichte, im wesentlichen Weibchen, zu Versuchsende ein gesünderes, frischeres Aussehen als die Versuchspflanzen, da der Krankheitsprozeß von Woche zu Woche viel langsamer fortschreitet, als wenn sich die Enchytraeiden an dem Zerstörungswerk beteiligen (Abb. 8).

3. Heilungsversuche bei starkem Nematodenbefall

Der Verlauf dieser Versuche ist in Abb. 9—12 zusammengestellt. Die Krankheitssymptome treten bei Versuchsbeginn sehr stark hervor, das heißt, die Pflanzen sind schlaff, welk, gelblich und im Wachstum zurückgeblieben. Am 18. Juni 1948 waren die 26 Versuchspflanzen mit je 55 bis 60 Cysten infiziert worden. Bereits am 18. Juli, also diesmal nach viel kürzerer Zeit, konnten die gewünschten Krankheitssymptome an den Pflanzen festgestellt und die Enchytraeiden zugesetzt werden.

An diesen stark befallenen Pflanzen kamen die bei den vorangegangenen Versuchen beschriebenen Vorgänge noch klarer und eindeutiger zum Ausdruck. Es soll nun vorerst wiederum der Krankheits- bzw. Genesungsverlauf bei jenen Pflanzen besprochen werden, bei denen zur Zeit des Enchytraeidenzusatzes die Metamorphose der vorhandenen Nematoden noch nicht abgeschlossen war (Abb. 9).

Die Pflanzen beginnen sich hier schon in den ersten beiden Wochen nach dem Enchytraeidenzusatz zu erholen. In der dritten Woche straffen sich die welken Blätter, die Pflanzen verlieren mehr und mehr ihr schlaffes, krankes Aussehen und bereits nach der fünften Woche waren keinerlei Krankheitssymptome mehr festzustellen. Dieser rasche Gesundungsprozeß kommt in Abb. 9 klar zum Ausdruck, aus welcher auch zu ersehen ist, daß die Enchytraeiden nach getaner Arbeit, das heißt, nach Vernichtung der Nematodenlarven, die mit der zunehmenden Gesundung parallel läuft, zahlenmäßig wieder im Rückgang begriffen sind und die Pflanzengewebe verlassen haben. Daß für die Vernichtung der Nematoden tatsächlich die Enchytraeiden verantwortlich sind, zeigen die Kontrollpflanzen (Abb. 10).

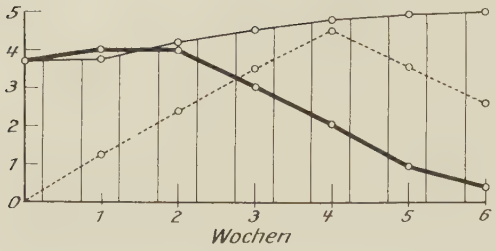


Abb. 9

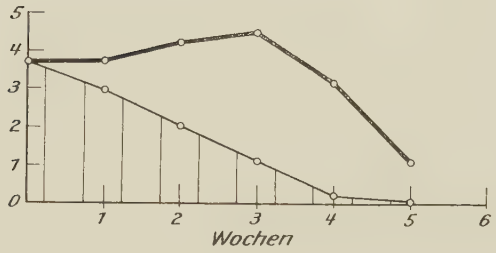


Abb. 10

Diese Pflanzen sind bereits nach der zweiten Woche stark „bärtig", das heißt es werden enorm viele Hungerwurzeln ausgebildet. Aus diesem Grunde macht sich schon nach der dritten Woche eine starke Wachstumsstockung bemerkbar. Die äußeren Blätter beginnen abzusterben, die Herzen werden schwarz, die Rüben weich und nach der vierten Woche ist eine Pflanze bereits eingegangen. Nach der fünften Woche sind alle Pflanzen abgestorben. Aus Abb. 10 ersieht man, daß die Nematoden, die sich in diesem Falle ja ungestört ausbreiten können, bis zu dem Zeitpunkt, wo die Pflanzen abzusterben beginnen, immer annähernd gleich zahlreich vorhanden sind, um erst dann fast restlos die abgestorbenen Pflanzen zu verlassen.

Auch die Versuche mit jenen Pflanzen, wo zur Zeit des Enchytraeidenzusatzes die Entwicklung der Nematoden zum allergrößten Teil schon abgeschlossen ist, nehmen den erwarteten Verlauf (Abb. 11). Bis zur dritten Woche nach Versuchsbeginn scheinen sich die Pflanzen zu erholen. Dann aber nimmt die Krankheit wieder zu und zwar viel rascher und in stärkerem Maße als sie bisher in Erscheinung trat. Die äußeren Blätter bräunen sich rasch und welken und das Herz der Pflanzen vergilbt. Zu diesem Zeitpunkt haben die Enchytraeiden nahezu den Höhepunkt ihrer Vermehrung erreicht. Die Enchytraeidenlarven bleiben auch nach dem Verschwinden der Nematodenlarven in den Geweben, die in der fünften Woche abzusterben beginnen. Sie helfen so direkt bei der Verrottung der Pflanzen. Auf diesen Umstand wurde schon bei der Besprechung der zweiten Versuchsreihe aufmerk-

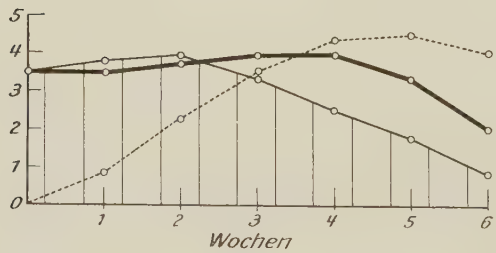


Abb. 11

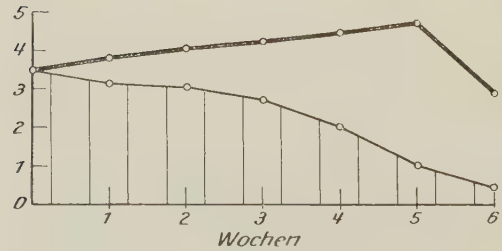


Abb. 12

sam gemacht, trotzdem diese Erscheinung dort lange nicht so kraß zum Ausdruck kam.

Die unter den gleichen äußeren Bedingungen belassenen Kontrollpflanzen verändern ihr Aussehen bis zur vierten Woche nur ganz allmählich (Abb. 12), das heißt, die Krankheitssymptome treten erst nach und nach stärker hervor, wie dies zu Beginn in dem kurzen Abriß des Krankheitsverlaufes geschildert wurde. Das hängt damit zusammen, daß die Wurzeln durch die Nematoden wohl stark beschädigt wurden, aber keine sichtbare Zersetzung eintrat, wie dies bei den Versuchspflanzen mit abgeschlossener Nematodenmetamorphose der Fall war, die direkt in Fäulnis übergegangen waren.

Um die nun bisher angeführten Ergebnisse zu erhärten und anderenteils festzustellen, ob bei Anwesenheit von Enchytraeiden im Boden dem Nematodenbefall vorgebeugt werden kann, gelangten die nun folgenden Versuche zur Durchführung.

D. Vorbeugungsversuche

Wie bei den Heilungsversuchen, so wurden auch hier drei Befallsstufen mit jeweiligen Kontrollen und zwar in unsterilisierter Gartenerde angesetzt. Die Versuchstöpfe waren zusätzlich mit Enchytraeiden, Dünger und etwas Komposterde versehen, welche Zugaben bei den Kontrollen unterblieben. Eine Woche später wurden die Nematodencysten in den bekannten drei Abstufungen den Pflanzen beigefügt. In allen drei Versuchsserien traten etwa in der Mitte der Versuchszeit stets leichte Krankheitssymptome an den Pflanzen auf, die jedoch nach ein bis zwei Wochen wieder völlig verschwanden. Die Nematoden vermögen während der ganzen Versuchszeit keinen festen Fuß zu fassen, das heißt, nur ganz wenige können ihre Metamorphose beenden, da immer genügend Enchytraeidenlarven vorhanden sind, die eine Nematodenausbreitung in der bekannten Weise verhindern (Abb. 13, 15, 17).

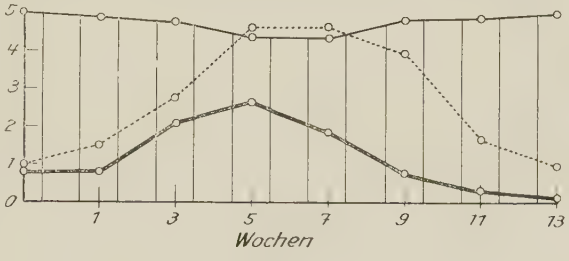


Abb. 13

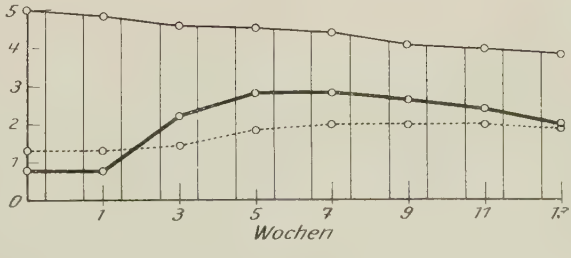


Abb. 14

Bei den Kontrollen traten die Nematoden bedeutend stärker in Erscheinung und riefen daher auch stärkere Pflanzenschädigungen hervor. Da hier keine ausreichende Enchytraeidenzahl vor-

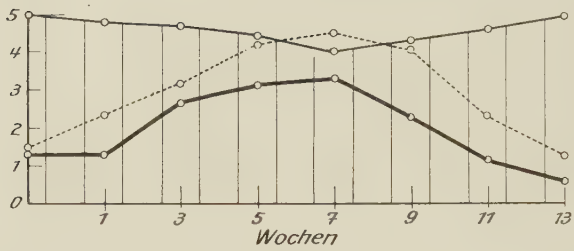


Abb. 15

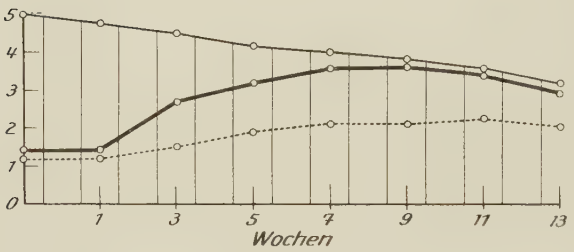


Abb. 16

handen war (bedingt durch das Fehlen von zusätzlichem Enchytraeidenmaterial, sowie von Dünger und Komposterde) ist dies auch ohne weiteres erklärlich. Die Krankheitssymptome treten indes niemals so kraß in Erscheinung, wie das bei den Kontrollen der Heilungsversuche der Fall gewesen ist. Die äußeren Blätter erschlaffen zwar, aber sie vergilben nicht. Die Herzblätter bleiben lediglich im Wachstum etwas zurück. Dies ist offenbar den — wenn auch nicht sehr zahlreichen — Enchytraeiden, die in der unsterilisierten Erde vorhanden waren, zu verdanken (Abb. 14, 16 und 18).

Aus den Ergebnissen der Vorbeugungsversuche kann geschlossen werden, daß die eingangs erwähnte befallsvermindernde Wirkung von Stallmist-, Kompost- und Gründüngung auf rübenmüden Böden großteils den Enchytraeiden zuzuschreiben ist, die mit dem Dung in den Boden gelangen bzw. sich reichlich in dem sich zersetzenden Pflanzenmaterial ansiedeln. Sie bilden somit ein Gegengewicht gegen die Übervermehrung des Rübennematoden, so daß die Rübenmüdigkeit auf humusreichen Böden sich kaum zur Dauerplage auswachsen kann. Auf schweren, humusarmen Böden von fester Struktur und gestörtem Wasserhaushalt aber fehlt das Gegengewicht der Enchytraeiden, und anderer Antagonisten das biologische Gleichgewicht des Bodens ist empfindlich ge-

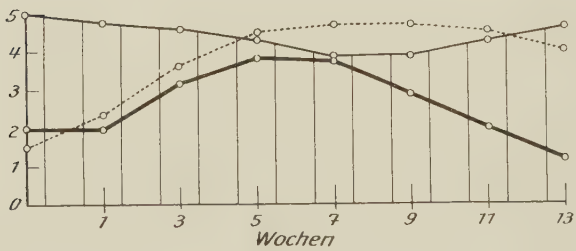


Abb. 17

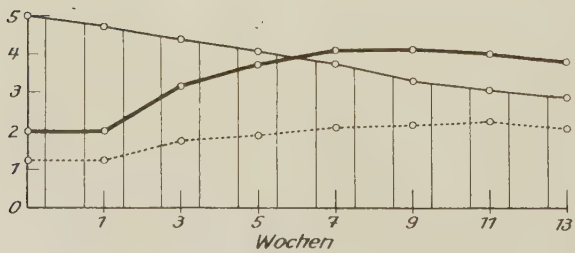


Abb. 18

stört und so nimmt es nicht wunder, daß sie bei einseitigem Rübenanbau in der Regel hoffnungslos von Rübennematoden verseucht sind. Solche Verhältnisse finden sich oft in denjenigen Wirtschaften, die ganz auf Zuckerrübenbau eingestellt sind und bei denen als vieharmen Betrieben die Kunstdüngung weitgehend den Stallmist ersetzen muß. Sie haben darum auch am meisten unter dem Rübennematoden zu leiden.

Zusammenfassung

1. Es gelang nematodenkranke Zuckerrüben bei schwachem, mittlerem und starkem Befall durch Zusatz von Enchytraeiden zu heilen, sofern die Metamorphose des Nematoden noch nicht abgeschlossen war.
2. Die Larven der Enchytraeiden dringen vorzugsweise in die von den Nematoden befallenen Wurzelteile unter der Epidermis ein und vernichten die Nematoden, die daher an Zahl immer mehr abnehmen.
3. Nach Abschluß der Metamorphose des Nematoden, wenn die Masse der Larven entweder als Männchen die Wurzeln verlassen hat, oder als Weibchen nach außen durchgebrochen ist, hat der Zusatz der Enchytraeiden die gegenteilige Wirkung. Sie beschleunigen den Verfall der Pflanzen, weil sie dann an der Zersetzung der von den Nematoden zerstörten Wurzeln teilnehmen.
4. Vorbeugungsversuche mit Zuckerrüben in nicht sterilisierter, humusreicher Gartenerde, die nur relativ wenige Enchytraeiden enthielt, ließen bei Enchytraeidenzusatz trotz starker Nematodenverseuchung höchstens schwachen Befall aufkommen, der aber auch von den Enchytraeiden in kurzer Zeit unterdrückt wurde.
5. Die im Boden lebenden Enchytraeiden scheinen somit ein bedeutsames Gegengewicht gegen die Übervermehrung des Zuckerrübennematoden zu bilden.

Literaturverzeichnis

Baunacke, Biol. und Bekämpfung des Rübennematoden (*Het. Schachtii* Schm.). Arb. Bio. Anst. **11**, 1922.

Cameron, H. E., Root Eelworm of Oats (Het. major). Transaction of Highland and Agricultural Society of Scotland Jg. 1946.

Franklin, M., On the specific Status of the so — called Biologica' Straims of *Het. Schachtii* (Schm.). Journ. Helm. **18**, 1944.

Goffart, H., Über die Biologie und Bekämpfung des Kartoffelnematoden (*Het. Schachtii* Schm.). Arb. Biol. Reichsanst. **21**, 1934.

— — Nematodenbekämpfung und Fruchtfolge. Mitt. f. d. Landwirtschaft **50**, 1935.

— — Untersuchungen am Hafernematoden (*Het. Schachtii* Schm.) unter besonderer Berücksichtigung der Schleswig-Holsteinischen Verhältnisse. Arb. Biol. Reichsanst. **23**, 1941.

— — Bestimmung von Rüben-, Hafer- und Kartoffelnematoden auf Grund von Bodenuntersuchungen. Zeitschr. Wiss. Biol. **28**, 1934.

Hollrung, Mittel zur Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten. 3. Auflage, 1923.

Hurst, R., Pot Experiments on the chemical treatment of soil infected with the potato and oat strains of *Het. Schachtii*. Zeitschr. wiss. Biol. **48**, 1939.

JEGEN, G., Die Bedeutung der Enchytraeiden für die Humusbildung. Landw. Jahrbücher Schweiz. 34 Jg., 1920.
— — Zur Biologie und Anatomie einiger Enchytraeiden. Vierteljahresschr. naturforsch. Ges. 65. Jahrg. Zürich 1920.
KEMNER, Centralanst. für Jordbrucksförsök. Medd. **357** (Ent. aod. **57**) 1929.
KUPKA, E. und SCHAERFFENBERG, B. CO_2-Resistenz und O_2-Verbrauch einiger Bodentiere. Österr. Zool. Zeitschr. **1**, 1947.
LINFORD, M. B., Über die gesteigerte Wirkung natürlicher Feinde auf Nematoden. Zeitschr. f. wiss. Biologie **42**.
MARCINOWSKI, K., Parasitismus und Semiparasitismus an Pflanzen lebender Nematoden. Arb. Biol. Anst. **7**, 1909.
MÜLLER, H. C. und MOLZ, E., Versuche zur Ermittlung des Einflusses äußerer Faktoren auf das Geschlechtsverhältnis des Rübennematoden. Landw. Jahrb. **54**, 769—791, 1920.
NEBEL, B., Beiträge zur Physiologie des Zuckerrübennematoden (*Het. Schachtii* Schm.) vom Standpunkt der Bekämpfung. Zeitschr. wiss. Biol. **3**, 1927.
— — Ein Beitrag zur Physiologie des Rübennematoden (*Heterodera Schachtii* Schm.) vom Standpunkt der Bekämpfung. Kühn-Archiv **12**, 1926.
RADEMACHER, B., Gründüngung und Zwischenfruchtbau als Pflanzenschutz. Mitt. f. d. Landwirtschaft **49**, 1934.
— — Verhinderung des Nematodenschadens durch Zwischenfruchtbau. Zuckerrübenbau 14. Jg., 63—66, 1932.
REINMUTH, E., Der Kartoffelnematode (*Het. Schachtii* Schm.). Beiträge zur Biologie und Bekämpfung. Zeitschr. Pflanzenkrankh. **39**, 1929.
— — Fruchtfolge und Mischkultur als Mittel zur Schädlingsbekämpfung. Anz. f. Schädlingsk. 16. Jg., 1942.
ROEMER, TH., Handbuch des Zuckerrübenbaues. Berlin 1927.
ROSTRUP, S. und THOMSON, M., Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Berlin 1931.
SCHAERFFENBERG, B., Die Bedeutung der Enchytraeiden für die Humusbildung des Bodens. Forschungsdienst **17**, 1944.
SCHMIDT, Sind Rüben- und Hafernematode identisch? Zeitschr. f. wiss. Biol. **25**, 1933.
STRUBELL, A., Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung des Rübennematoden *Het. Schachtii* Schm. Kassel 1888.
VEYDOVSKY, F., Monographie der Enchytraeiden. Prag 1879.

„Mendel oder Lyssenko" — ein wissenschaftliches Problem unserer Zeit

Soeben erschien:

Entwicklung und Probleme neuzeitlicher Pflanzenzüchtung

Mendel oder Lyssenko?

Von Dr. HERMANN KUCKUCK
Professor der Pflanzenzüchtung

Kartoniert 6,80 DM

Der Autor ist einer der ganz wenigen deutschen Wissenschaftler, die das Werk des Professors Lyssenko „Agro-Biologie" nicht nur gelesen sondern kritisch durchgearbeitet haben und ist deswegen wie wenige Wissenschaftler berufen zu dem Thema „Mendel oder Lyssenko" das Wort zu ergreifen. Er bringt mit dieser weiteste Kreise interessierenden Schrift eine sachliche Gegenüberstellung der Mendelschen Spaltungsgesetze und der nach ihnen arbeitenden modernen Pflanzenzüchtung einerseits und der „Lyssenko- oder Mitschurin-Biologie" andererseits.

Lehrbuch der anorganischen Chemie

Von Prof. Dr. E. LEHMANN

2. neubearbeitete Auflage. 288 Seiten mit 30 Abbildungen. Kart. 14,— DM

Die Neubearbeitung dieses bekannten Lehrbuches bringt die neuesten Erkenntnisse und Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Chemie. Gerade für den Schädlingsbekämpfer sind gute chemische Kenntnisse von besonderem Wert.

„Selbstverständlich werden auch eine ganze Reihe von Pflanzenschutzmitteln ausführlich besprochen. Für unsere Studenten gibt es wohl kein besseres Buch über dieses Gebiet."
(„Deutsche Baumschule.")

BRAUN—RIEHM

Krankheiten und Schädlinge

der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung

Für Praxis und Studium

6. Auflage. Bearbeitet von Prof. Dr. H. BRAUN
352 Seiten mit 243 Textabbildungen. Halbl. geb. 22,— DM, kart. 20,— DM

Ein unentbehrliches Nachschlagewerk für alle Zweige des Pflanzenschutzes, dessen umfassende und eingehende Behandlung der einzelnen Krankheiten und Schädlinge es auch zum eingehenden Studium besonders geeignet erscheinen läßt.

„Mit seinen sechs Auflagen, deren erste 1910 erschien, spiegelt dieses Buch wie wenig andere die Entwicklung und Erstarkung des Pflanzenschutzes in Deutschland."
(„Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten.")

VERLAG PAUL PAREY

Soeben erschien:

Nematoden der Kulturpflanzen Europas

Von Dr. H. GOFFART

Leiter des Instituts für Hackfruchtbau der Biologischen Bundesanstalt Münster i. W.

144 Seiten mit 91 Textabbildungen. Ganzleinen gebunden 18,— DM

Die für Forschung und Praxis gleich wertvolle Neuerscheinung bringt im allgemeinen Teil eine auf den neuesten Erkenntnissen aufgebaute Übersicht über die wichtigsten Arten der Nematoden (Beschreibung, Verbreitung und Merkmale der Schädigung), während im speziellen Teil die einzelnen Arten der Nematoden und die durch sie hervorgerufenen Schädigungen an den verschiedenen Kulturpflanzen ausführlich dargestellt sind. Das Buch stellt die modernste und umfassendste deutschsprachige Veröffentlichung auf diesem Gebiet dar.

Die modernste Bearbeitung der Waldkrankheitslehre

Grundriß der Forstpathologie

Von Prof. Dr. FRITZ SCHWERDTFEGER

210 Seiten mit 139 Textabbildungen. Ganzleinen gebunden 13,60 DM

Dieser Grundriß gibt einen erschöpfenden Überblick über die Grundtatsachen der Waldkrankheitslehre und macht mit den wirtschaftlich wichtigen Krankheiten und Schädigungen des Waldes sowie ihrer Verhütung und Bekämpfung bekannt.

Dem Forstmann wie dem Phytopathologen, dem Botaniker wie dem Zoologen, dem Chemiker wie dem Bodenkundler werden über die geradezu stürmisch verlaufende Entwicklung dieses Arbeitsgebietes auf Grund neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse erstmalig die allgemeinen Zusammenhänge und die sich ergebenden Nutzanwendungen vor Augen geführt.

Anzeiger für Schädlingskunde

zugleich Nachrichtenblatt
der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie e.V.

Begründet 1925

von Prof. Dr. Dr. h. c. K. ESCHERICH und Prof. Dr. F. STELLWAAG

Herausgeber: Dr. H. W. FRICKHINGER

Die Zeitschrift erscheint monatlich.
Bezugspreis vierteljährlich 5,10 DM zuzüglich Zustellgebühren

Die Zeitschrift berichtet interessant und anregend in Originalaufsätzen und Berichten hervorragender Wissenschaftler und Fachkenner über das Auftreten von Schädlingen in aller Welt, die Entwicklung der Mittel und Methoden der Schädlingsbekämpfung im In- und Ausland und die praktische Anwendung neuer Mittel zur Bekämpfung tierischer Schädlinge. Sie hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Erkenntnisse der Wissenschaft und Ergebnisse der Forschung der Praxis zu vermitteln und dazu beizutragen, dem praktischen Schädlingsbekämpfer die modernsten und wirkungsvollsten Bekämpfungsmittel und ihre Anwendungsmethoden nahezubringen.

VERLAG PAUL PAREY

Verlag: Paul Parey, (1) Berlin SW 68, Lindenstraße 44-47 (West-Berlin). Herausgeber: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. Karl Escherich, München 19, Prinzenstraße 26. Printed in Germany. Gen.-Nr.: KB/Z 024
Erscheinungsweise: Jährlich 1 Band (4 Hefte)